NOVA

3

DEEL B

VMBO-B
LEERWERKBOEK

NASK 1

MAX METHODE NASK 1

NAAM:

KLAS:

MALMBERG



NASK 1

3 VMBO-B DEEL B

Auteurs

J. van Gemert

T. Jacobs

L. Pijnappels

Met medewerking van

M. Hordijk

Vierde editie

MALMBERG 's-Hertogenbosch

www.nova-malmberg.nl

Voorwoord

Dit boek gebruik je bij het vak *natuur- en scheikunde* (nask-1 natuurkunde). In dit boek kom je meer te weten over *licht*, over *energie*, over *magnetisme* en over *geluid*. Het is leuk en spannend om hier meer over te leren. Dit boek helpt je daarbij.

De lesmethode
Nova bestaat uit *leerwerkboeken*, *digitaal materiaal* en *uitwerkingenboeken*.

In de leerwerkboeken vind je alle leerstof die je moet leren, afgewisseld met vragen. Sommige antwoorden vind je letterlijk in de tekst. Je schrijft al je antwoorden en uitwerkingen in het leerwerkboek.
Aan het einde van elke paragraaf staat *Onthouden!*. Daarin staan de belangrijkste dingen uit de paragraaf. Aan het einde van ieder hoofdstuk staat een *Test Jezelf*. Hiermee kun je kijken of je de stof goed genoeg kent. Dat is handig als je een proefwerk of SO (schriftelijke overhoring) moet voorbereiden.

De opgaven
Er zijn verschillende soorten opgaven.
Soms moet je kiezen uit twee mogelijkheden, bijvoorbeeld GOED | FOUT. Je streept dan het foute antwoord door: GOED | ~~FOUT~~.
Bij meerkeuze-vragen moet je kiezen uit twee, drie of vier antwoorden. Je maakt dan het hokje voor het goede antwoord helemaal blauw of zwart: ■ of je zet een kruisje in het goede vakje: ☒.
Soms moet je zelf een antwoord opschrijven. Doe dat kort maar wel duidelijk.
Soms moet je iets uitrekenen met behulp van een formule. Schrijf dan eerst de formule op. Daarna schrijf je de berekening op en dan het antwoord. Schrijf ook altijd de juiste eenheid achter het antwoord.
Voor sommige opgaven staat een plus (+). Die vragen kun je maken als je de meeste gewone vragen gemakkelijk kunt beantwoorden.

De proeven
Bij de proeven ga je zelf dingen doen en ontdekken. Daardoor leer je over natuurkundige onderwerpen. Je leert ook hoe apparaten werken. Let goed op wanneer je leraar een proef voordoet in de klas, want jij moet daarna zelf de vragen in je boek beantwoorden.
Soms moet je iets tekenen. Gebruik dan altijd een potlood en een liniaal of geodriehoek.

We wensen je veel plezier bij het werken met dit boek!
De schrijvers

Inhoudsopgave


BARCLAYS
MONDAYS ARE A DRAG
The Addams Family
A NEW MUSICAL
BUONE FESTE.
JERSEY BOYS
BEST MUSICAL
DOUGLAS HODGE
LA CAGE AUX FOLLES
HARVEY FIERSTEIN
Tonight belongs to...
PHANTOM
MAJESTIC THEATRE
NO STOPPING ANYTIME
WICKED
WORST COOKS IN AMERICA
CÎROC
CELEBRATE LIFE RESPONSIBLY.
PALACE
A NEW MUSICAL
NERVOUS
BREAKDOWN
BELASCO
DESERT
PRISCILLA
GIFTS
sbarro

5 Licht

Inhoud

Startvraag

Je ogen zijn belangrijke zintuigen. Met je ogen zie je licht en kleur. Wat voor licht en kleur zie je op de foto van de linker bladzijde? Schrijf twee dingen op.

____

____

____

____

1 De spiegel

In de spiegel zie je wat achter je is. Een spiegel vergroot je gezichtsveld.

Lichtbronnen

Om iets te kunnen zien, is licht nodig. Je ziet je omgeving als er een lichtbron is. Voorbeelden van lichtbronnen zijn een lamp en de zon.

Kunstmatige lichtbronnen zijn door mensen gemaakt. Bijvoorbeeld lampen, kaarsen of een kampvuur.
Natuurlijke lichtbronnen komen voor in de natuur. Bijvoorbeeld de zon, de bliksem en de sterren.

Een lichtbron zendt lichtstralen uit. Lichtstralen gaan in rechte lijnen. Voorwerpen weerkaatsen lichtstralen. Als de weerkaatste lichtstralen in je ogen komen, zie je het voorwerp. Het voorwerp staat dan in je **gezichtsveld**. Je gezichtsveld is het deel van de omgeving dat je kunt zien.

Opgaven

1 Welke lichtbron gebruik je het meest?
- ☐ A de zon
- ☐ B een lamp
- ☐ C een tl-buis
- ☐ D kaarsen

2 De zon is een NATUURLIJKE / KUNSTMATIGE lichtbron.

3 Een kaars is een NATUURLIJKE / KUNSTMATIGE lichtbron.

4 In het donker kun je de dingen om je heen WEL / NIET zien.

5 Lichtstralen gaan WEL / NIET in rechte lijnen.

6 Wanneer zie je een voorwerp dat zelf geen licht uitstraalt?
- ☐ A Als het voorwerp een donkere kleur heeft.
- ☐ B Als het voorwerp een lichte kleur heeft.
- ☐ C Als het voorwerp licht van een lichtbron opneemt.
- ☐ D Als het voorwerp licht van een lichtbron weerkaatst.

7 Een voorwerp dat je kunt zien, staat WEL / NIET in je gezichtsveld.



▲ **afbeelding 1**
In een spiegelbeeld zijn links en rechts omgekeerd.

Spiegelbeeld

Je eigen oren kun je niet zien, want die bevinden zich niet in je gezichtsveld. In een **spiegel** kun je wel je oren zien. Een spiegel maakt je gezichtsveld groter. Met een spiegel zie je ook wat achter je is.

Je spiegelbeeld is even groot als jijzelf. Maar links en rechts zijn omgekeerd. In afbeelding 1 raakt het meisje haar rechteroor aan. Maar haar spiegelbeeld raakt het linkeroor aan.

Opgaven

8 Hoe ziet je spiegelbeeld eruit in een gewone spiegel?
- ☐ A even groot als jezelf
- ☐ B groter dan jezelf
- ☐ C kleiner dan jezelf

9 Een spiegel keert links en rechts WEL / NIET om.

10 Het spiegelbeeld staat WEL / NIET op zijn kop.

11 Een spiegel maakt je gezichtsveld KLEINER / GROTER.

+12 Waarvoor gebruikt een tandarts een spiegeltje als hij in je mond kijkt?

____

____

+13 De kapper wil jou laten zien hoe het haar achter op je hoofd eruitziet. Hoeveel spiegels heeft de kapper daarvoor nodig?
- ☐ A geen
- ☐ B één
- ☐ C twee
- ☐ D drie



Je gezichtsveld vergroten

Een spiegel maakt je gezichtsveld groter. Dat is belangrijk in het verkeer. Met spiegels op je scooter kun je zien wat achter je is, zonder om te kijken. Ook kun je met een spiegel 'om de hoek' kijken. Dat zie je in afbeelding 2. Als er niks aankomt, kun je veilig doorrijden.

◀ **afbeelding 2**
Met een spiegel kun je om de hoek kijken.

Proef 1 Een spiegel

Wat je nodig hebt

☐ 1 spiegel

Uitvoering

- Houd de spiegel recht voor je.
- Strek je armen.
- Haal de spiegel langzaam naar je toe.

1 Je spiegelbeeld wordt WEL / NIET groter als je de spiegel naar je toe beweegt.

- Strek weer langzaam je armen.

2 Je spiegelbeeld wordt WEL / NIET groter als je de spiegel verder van je af houdt.

- Houd een hand achter de spiegel.

3 Je kunt het deel van je hand achter de spiegel WEL / NIET zien.

- Houd je hand nu voor de spiegel.
- Kijk langs je hand, in de spiegel.

4 Je kunt de achterkant van je hand WEL / NIET in de spiegel zien.

- Leg je hand op je hoofd.

5 Je kunt de hand op je hoofd WEL / NIET in de spiegel zien.

6 Kun je de hand op je hoofd ook zien als je de spiegel niet gebruikt?
JA / NEE

- Draai de spiegel een beetje naar links.

7 Je gezichtsveld links achter je wordt GROTER / KLEINER.

8 Wat gebeurt er met je gezichtsveld als je de spiegel een beetje naar rechts draait?

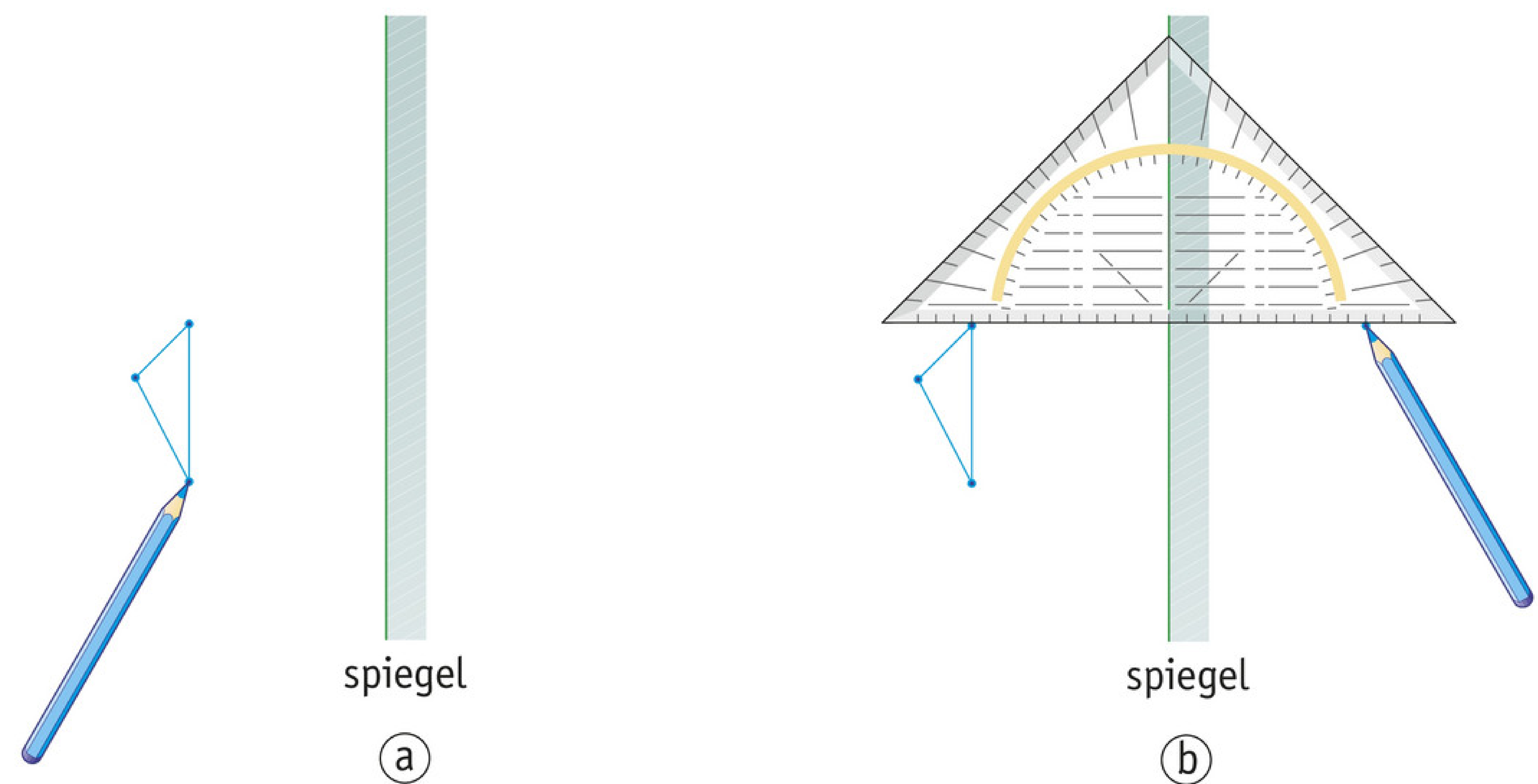
Je gezichtsveld rechts wordt ______________________.

Conclusie:
- Je kunt in een spiegel niet zien wat achter de spiegel gebeurt.
- Je kunt in een spiegel zien wat er tussen jou en de spiegel in is.
- Je kunt in een spiegel zien wat achter jou gebeurt.

- Ruim alles netjes op.

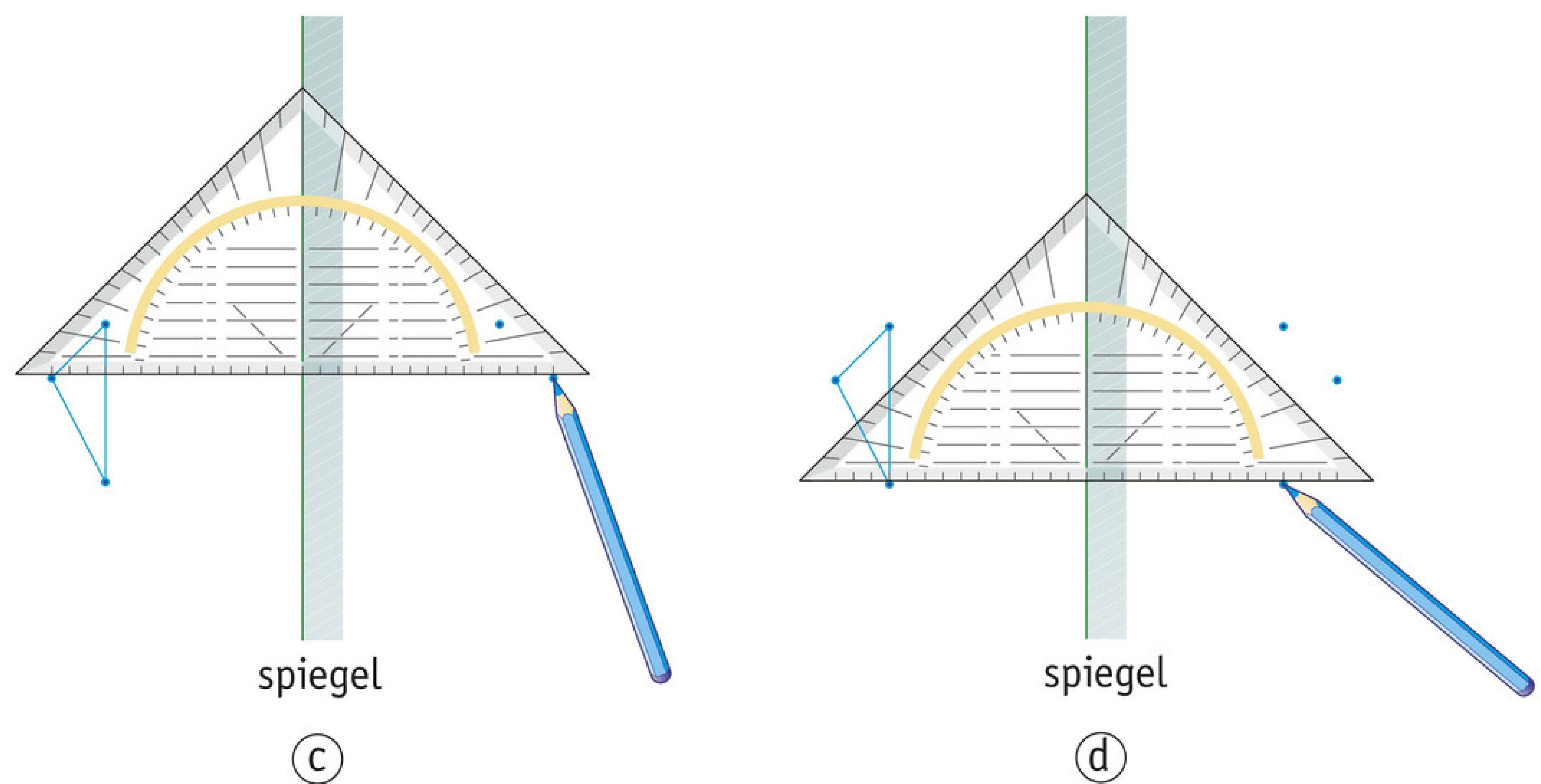
Een spiegelbeeld tekenen

Je hebt een geodriehoek nodig om een spiegelbeeld te tekenen. In afbeelding 3 zie je hoe dit moet.



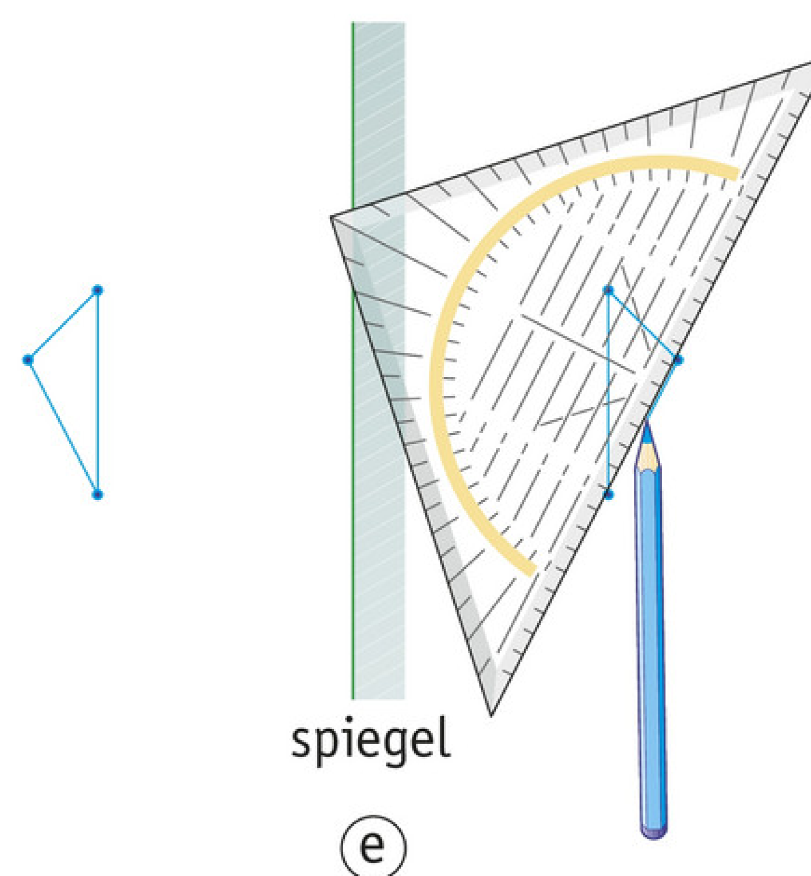
Teken voor de spiegel een figuur, bijvoorbeeld een driehoek. Zet op iedere hoek een punt.

Leg de middellijn van de geodriehoek precies op de spiegel. Teken het eerste punt van het spiegelbeeld op dezelfde afstand achter de spiegel.



Teken het tweede punt van het spiegelbeeld op dezelfde afstand achter de spiegel.

Teken het derde punt van het spiegelbeeld op dezelfde afstand achter de spiegel.

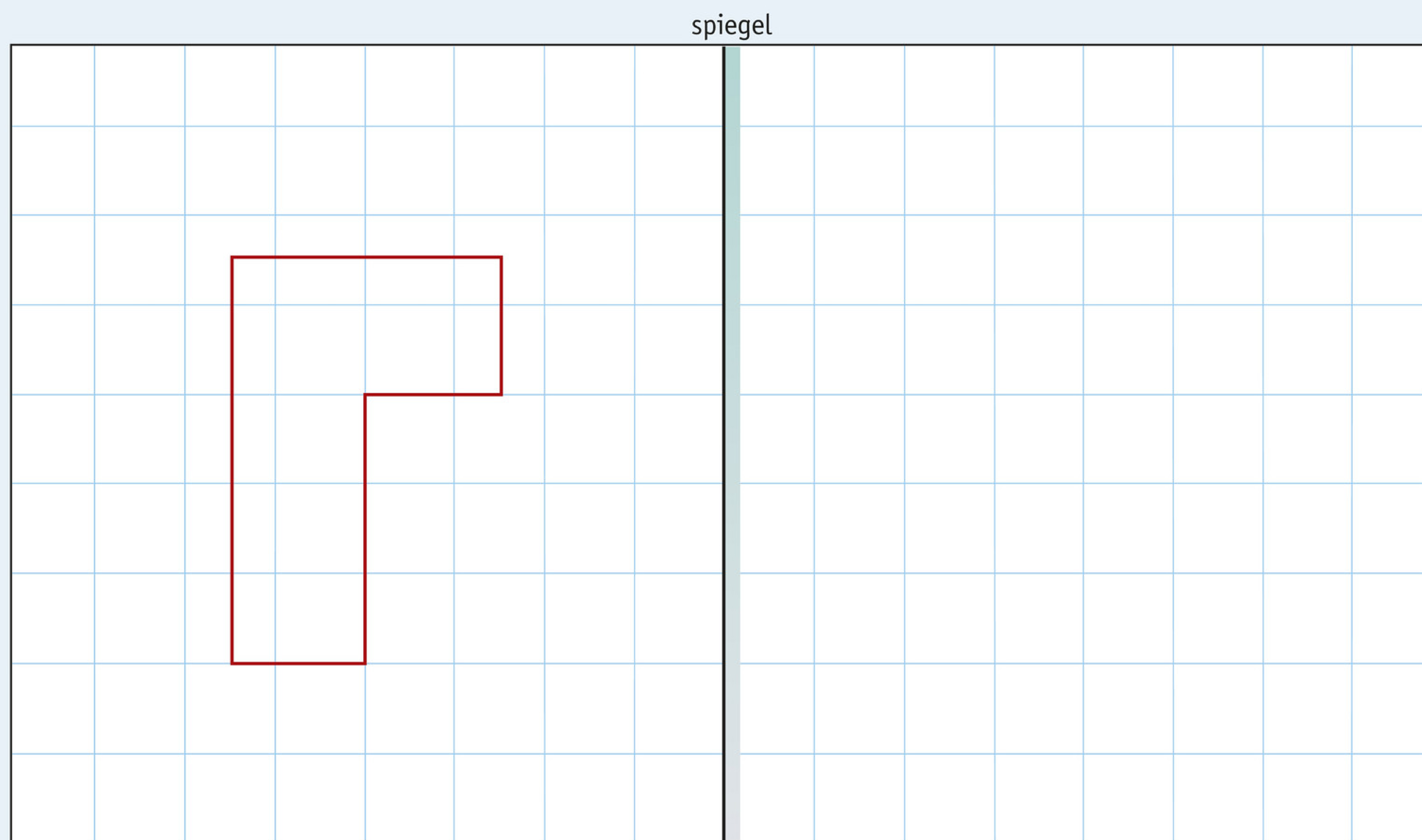


Teken het spiegelbeeld van de driehoek. Gebruik je geodriehoek voor rechte lijnen.

▲ **afbeelding 3**
Zo teken je het spiegelbeeld van een driehoek.

Opgave

14 Teken in afbeelding 4 het spiegelbeeld van het blok.
Gebruik een potlood, een geodriehoek en eventueel een gum.

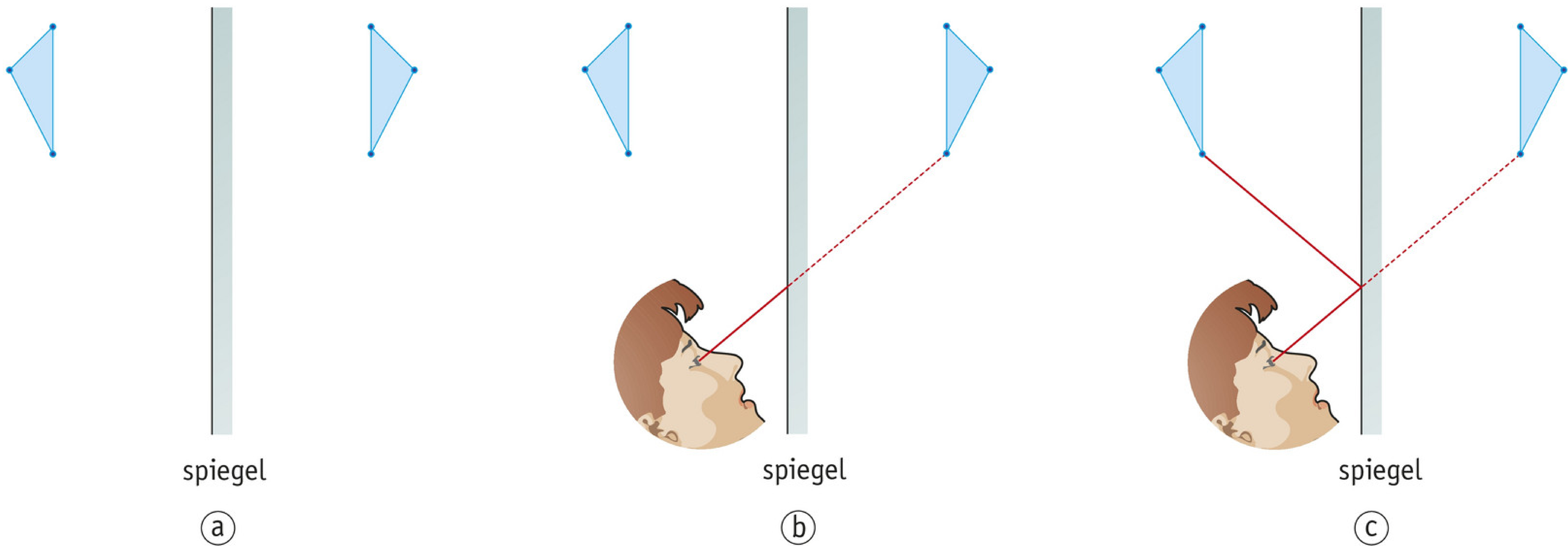


▲ **afbeelding 4**
Teken het beeld van het blok in de spiegel.

Een spiegelbeeld zien

Lichtstralen vallen op een voorwerp. Het voorwerp weerkaatst de lichtstralen in alle richtingen. Sommige weerkaatste lichtstralen vallen op de spiegel. De spiegel weerkaatst die lichtstralen naar je ogen. In de spiegel zie je dan het spiegelbeeld van het voorwerp.

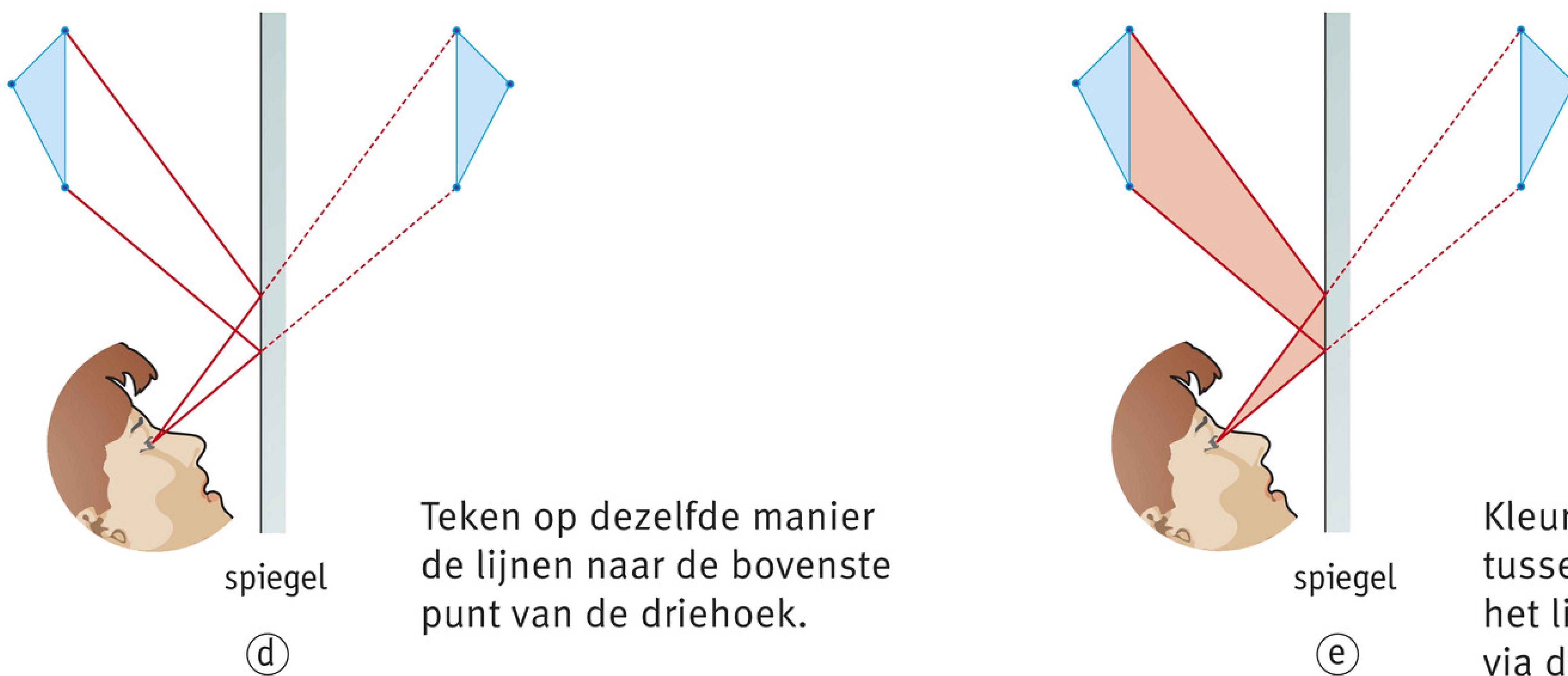
In opgave 14 heb je het spiegelbeeld van een voorwerp getekend. Nu leer je om te tekenen hoe je een spiegelbeeld in de spiegel ziet.



Je hebt de driehoek en het spiegelbeeld ervan.

Je kijkt met je oog naar het spiegelbeeld van de driehoek. Trek een lijn van het oog naar de onderste punt van het spiegelbeeld. Teken achter de spiegel een stippellijn.

Teken een lijn van de onderste punt van de echte driehoek naar de spiegel. Dit is hoe de spiegel de lichtstraal weerkaatst.



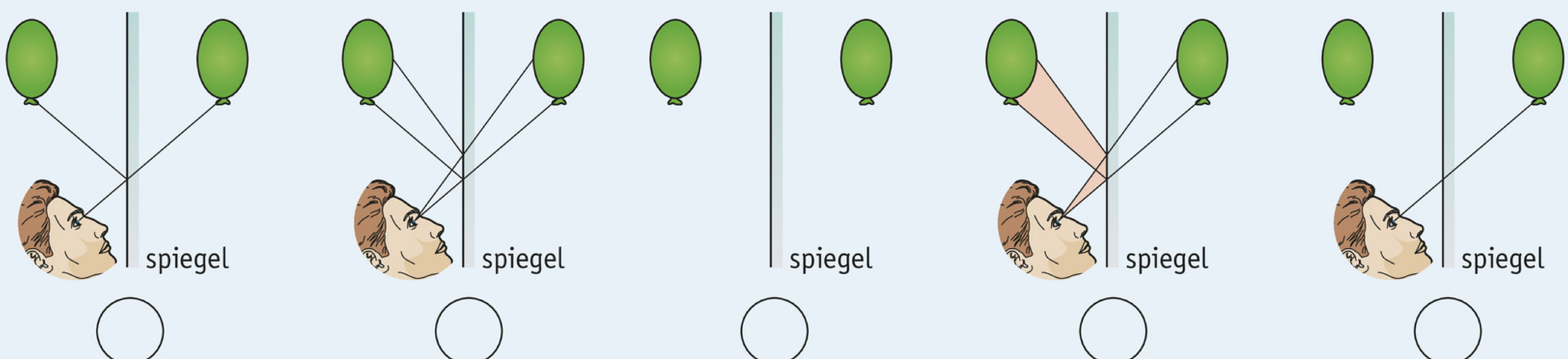
Teken op dezelfde manier de lijnen naar de bovenste punt van de driehoek.

Kleur voor de spiegel alles tussen de lijnen. Zo gaat het licht van de driehoek via de spiegel naar je oog.

▲ **afbeelding 5**
Zo zie je het spiegelbeeld in een spiegel.

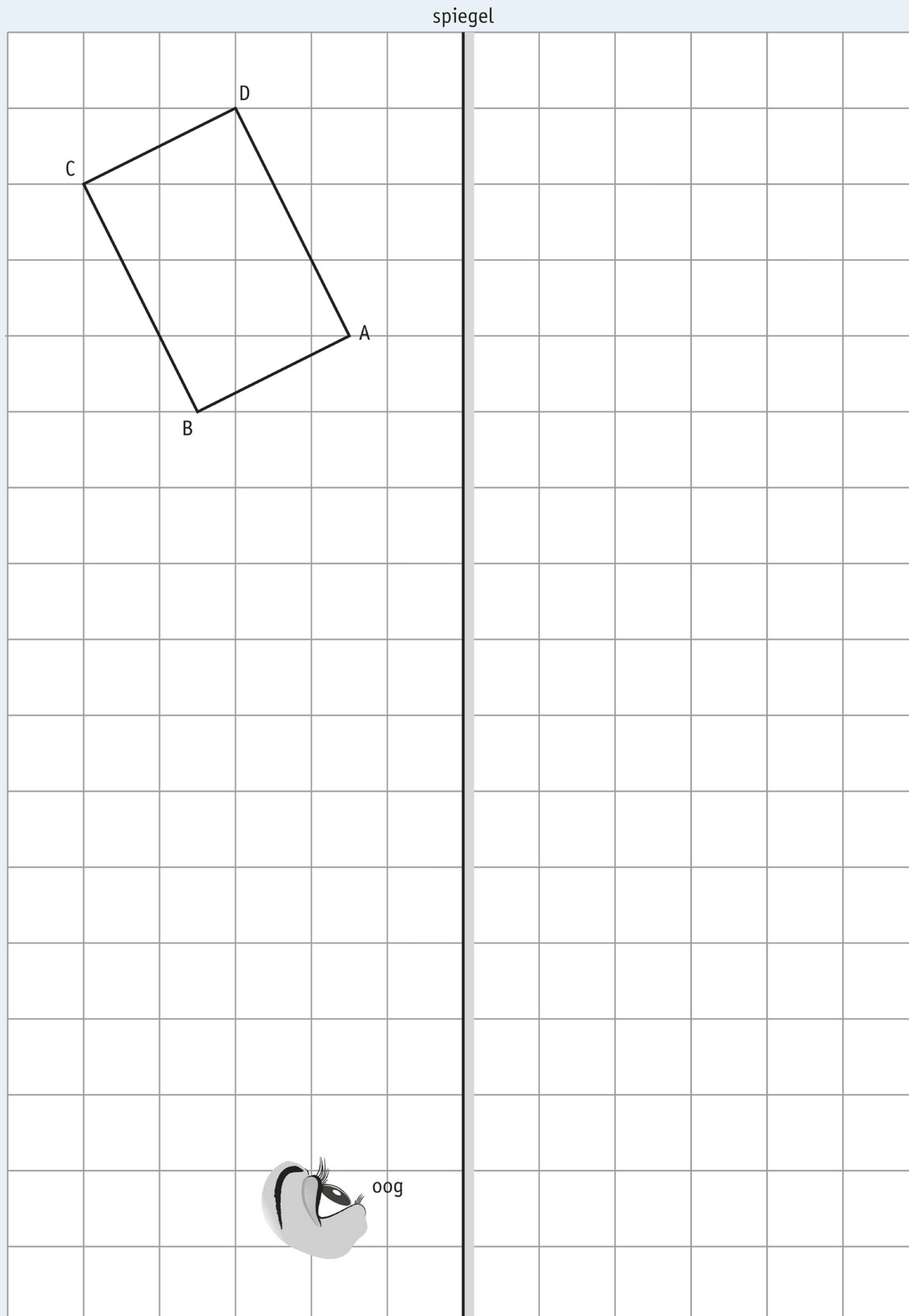
Opgaven

15 Charles tekent het spiegelbeeld van een ballon. Ook tekent hij de lichtstralen. In afbeelding 6 zie je hoe Charles de tekening in vijf stappen heeft gemaakt. Maar de vijf stappen staan niet in de goede volgorde.
- Schrijf een 1 bij de tekening die Charles eerst maakt.
- Schrijf bij de tekening die hij als tweede maakt een 2.
- Ga zo verder met 3, 4 en 5.



▲ **afbeelding 6**
het spiegelbeeld van een ballon

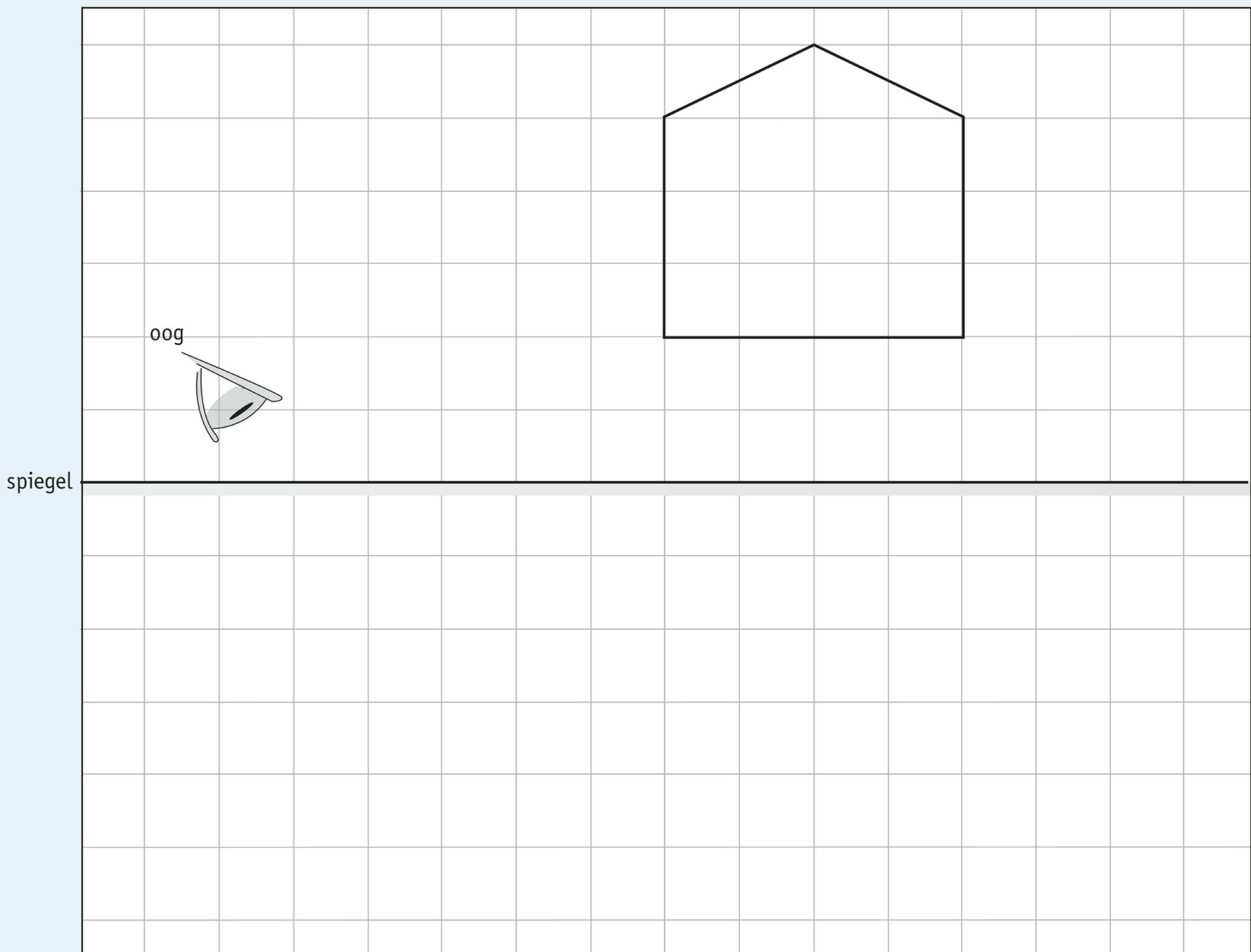
16 In afbeelding 7 staat rechthoek ABCD voor een spiegel.
a Teken in de afbeelding het spiegelbeeld van de rechthoek ABCD.
Bij het beeld van punt A zet je A′, bij het beeld van punt B zet je B′, enzovoort.
b Kleur rechthoek ABCD blauw.
c Kleur de gespiegelde rechthoek A′B′C′D′ ook blauw.



▲ **afbeelding 7**
Zo kijk je naar een rechthoek in een spiegel.

17 Gebruik bij deze opgave weer afbeelding 7.
a Teken in de afbeelding de lijn vanuit punt A′ naar het oog. Let op: achter de spiegel moet je een stippellijn tekenen.
b Teken ook de lijn vanuit punt A naar de spiegel.
c Teken op dezelfde manier de lijnen vanuit punt B′ en punt B naar het oog.
d Kleur alles binnen de lijnen van punt A en B naar het oog rood.

+18 In afbeelding 8 zie je een blokje in de vorm van een huis, een spiegel en een oog.
- **a** Teken het spiegelbeeld van het blokje.
- **b** Kleur het blokje en het spiegelbeeld blauw.



▲ **afbeelding 8**
Teken het spiegelbeeld van het blokje.

+19 Gebruik bij deze opgave weer afbeelding 8.
- **a** Teken in de afbeelding de lijnen van de buitenste twee punten van het spiegelbeeld naar het oog. Let op: teken stippellijnen achter de spiegel.
- **b** Teken nu de lijnen van de buitenste twee punten van het blokje naar de spiegel.
- **c** Kleur alles binnen die lijnen rood.

Onthouden!

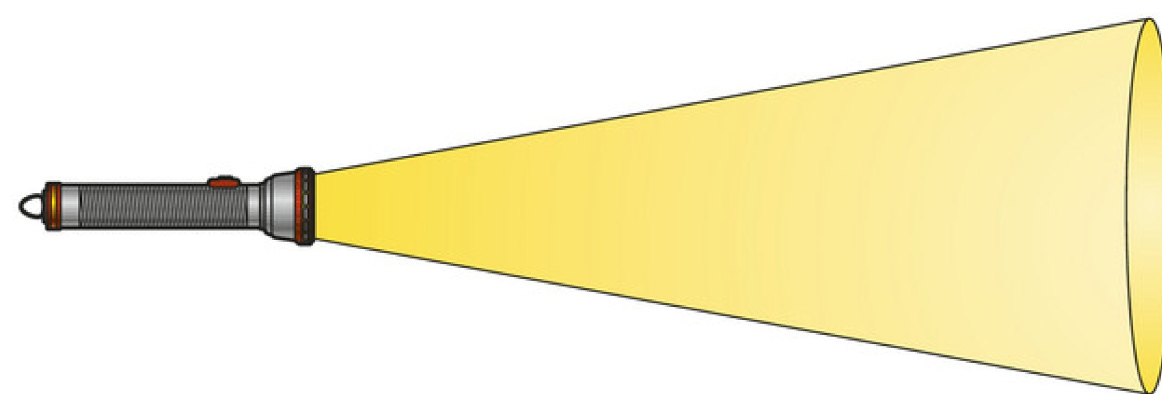
Kunstmatige lichtbronnen zijn door mensen gemaakt.
Natuurlijke lichtbronnen komen voor in de natuur.
Lichtstralen gaan in rechte lijnen.
Je gezichtsveld is het deel van je omgeving dat je kunt zien.
Een spiegel maakt je gezichtsveld groter.
In een spiegel zijn links en rechts omgekeerd.
Met een spiegel kun je om de hoek kijken.
Het spiegelbeeld staat even ver van de spiegel als het voorwerp zelf.

2 Lichtbundels en lichtbreking

De lichtbundel van een zaklamp kan verschillende vormen hebben. Meestal gaan de lichtstralen uit elkaar.

Lichtbundels

Uit een lamp komen heel veel lichtstralen. Heel veel lichtstralen samen noem je een **lichtbundel**. Meestal gaan de lichtstralen uit elkaar, zoals in afbeelding 9. Zo'n lichtbundel heet een **divergente lichtbundel**. Divergent betekent 'steeds verder uit elkaar'.



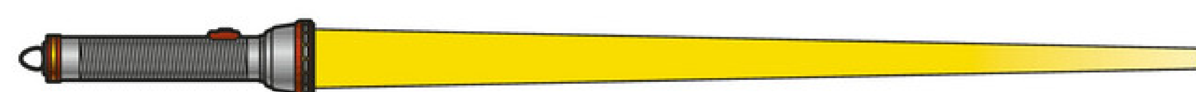
▲ **afbeelding 9**
een divergente lichtbundel

De lichtstralen kunnen ook recht naast elkaar blijven lopen. Dit zie je in afbeelding 10. Zo'n lichtbundel heet een **evenwijdige lichtbundel**. Evenwijdig betekent 'steeds op dezelfde afstand' (even wijd).



▲ **afbeelding 10**
een evenwijdige lichtbundel

Als de lichtstralen van een lichtbundel naar elkaar toe gaan, heb je een **convergente lichtbundel** (afbeelding 11). Convergent betekent 'steeds meer naar elkaar toe'.

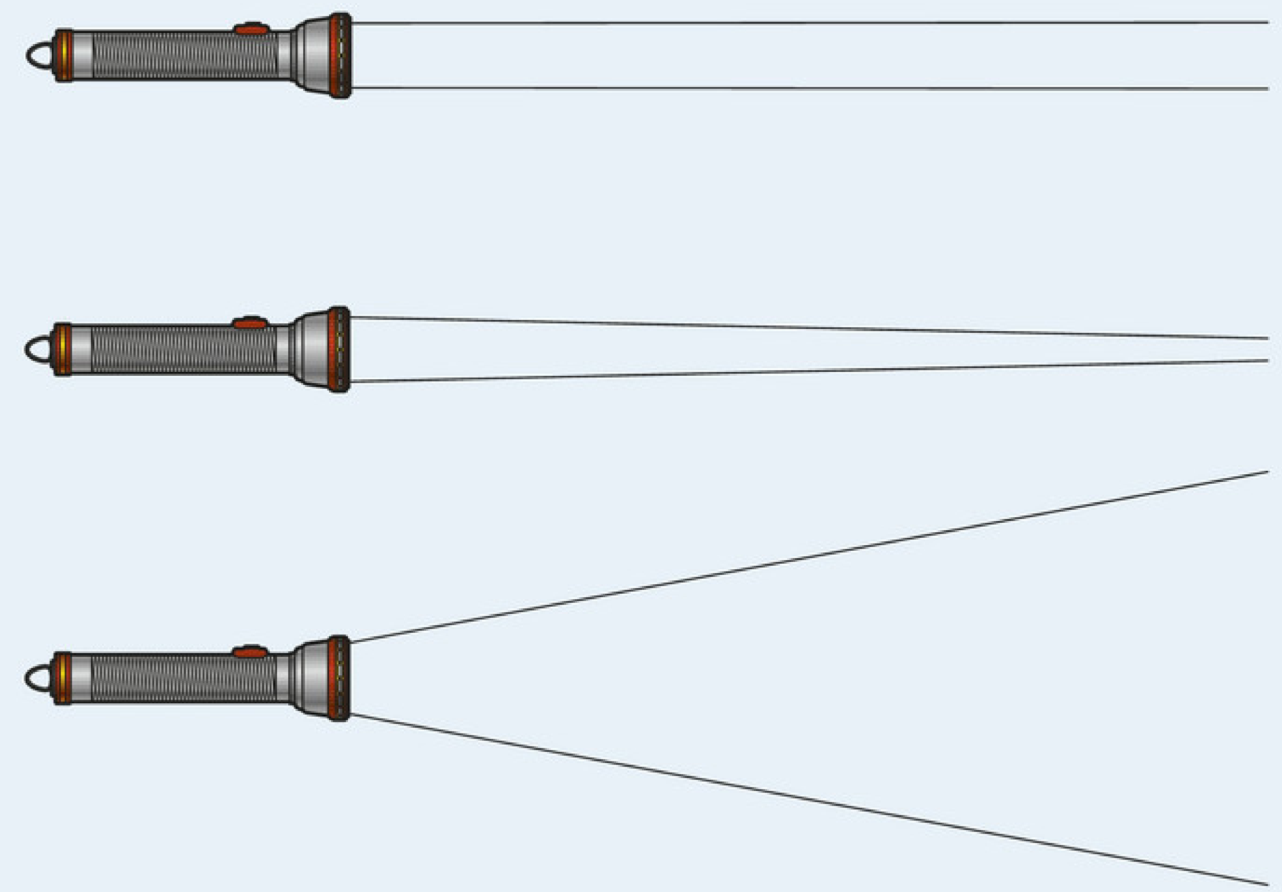


▲ **afbeelding 11**
een convergente lichtbundel

Je hebt dus drie soorten lichtbundels:
– een divergente lichtbundel (van elkaar af);
– een evenwijdige lichtbundel (steeds even wijd);
– een convergente lichtbundel (naar elkaar toe).

Opgave

20 Gebruik afbeelding 12.
- **a** Kleur de convergente lichtbundel groen.
- **b** Kleur de divergente lichtbundel blauw.
- **c** Kleur de evenwijdige lichtbundel rood.



▲ **afbeelding 12**
drie verschillende lichtbundels



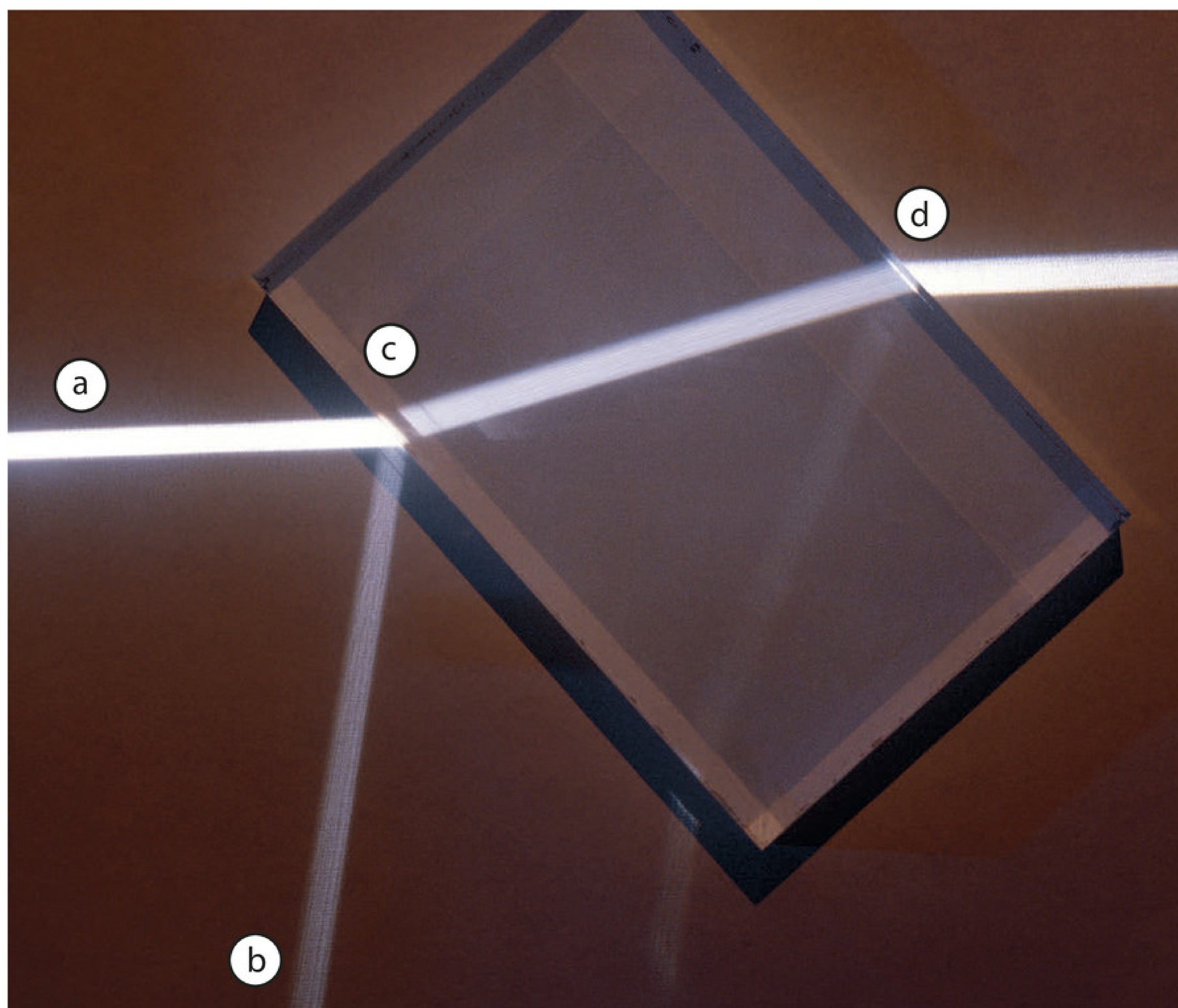
▲ **afbeelding 13**
een theelepel in een glas water

Lichtbreking

Lichtstralen gaan door doorzichtig materiaal heen. Bijvoorbeeld door glas. Daardoor kun je door het raam naar buiten kijken.

Water is ook doorzichtig. In afbeelding 13 staat een theelepel in een glas water. Je ziet de theelepel onder water. Maar de theelepel lijkt uit twee stukken te bestaan. Dat komt doordat de lichtstralen breken op het wateroppervlak. Lichtstralen breken als ze schuin door doorzichtig materiaal gaan. Dat zie je in afbeelding 13: onder water lijkt de lepel een stukje opgeschoven.

Alle doorzichtige materialen breken lichtstralen die schuin op het oppervlak vallen. Dit verschijnsel heet **lichtbreking**. In afbeelding 14 zie je hoe lichtbreking gaat:



▲ **afbeelding 14**
lichtbreking in een blokje van perspex

- ⓐ Een lichtstraal valt schuin op de zijkant van een blokje perspex.
- ⓑ Een deel van het licht wordt weerkaatst.
- ⓒ De rest van de lichtstraal gaat het blokje in. Op het oppervlak van het blokje breekt de lichtstraal. Daarna gaat de lichtstraal weer rechtdoor.
- ⓓ Waar de lichtstraal uit het blokje gaat, breekt hij nog een keer.

De lichtstraal na ⓓ is evenwijdig aan de lichtstraal bij ⓐ. De richting van de lichtstraal is dus weer hetzelfde. Hij is alleen een stukje opgeschoven.

De hoek van lichtbreking hangt af van het materiaal. Bij glas is de hoek anders dan bij perspex of water. De lichtstraal breekt met dezelfde hoek weer terug als hij het materiaal uit gaat.

Let op!
Lichtstralen breken alleen als ze schuin op het oppervlak vallen. Als ze loodrecht op het oppervlak vallen, gaan ze gewoon rechtdoor.

Proef 2 Lichtbundels en lichtbreking

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 lichtkastje
- ☐ 1 perspex blokje
- ☐ 1 zwart potlood
- ☐ 1 rood potlood
- ☐ 1 liniaal of geodriehoek
- ☐ 1 voeding
- ☐ 2 snoeren

Uitvoering
- Zet het lichtkastje voor je op tafel.
- Draai aan de voorkant het plaatje met de vijf spleten omhoog.
- Sluit het kastje met de twee snoeren aan op de voeding.
- Schakel de voeding in met de schakelaar.

Uit het lichtkastje schijnt nu een lichtbundel.
Aan de achterkant van het lichtkastje zit een stelbuis. Met deze buis kun je de breedte van de lichtbundel instellen.

- Zet het lichtkastje met de voorkant op de lijn van afbeelding 15.
- Schuif de stelbuis zo, dat je een convergente lichtbundel krijgt.

1 Teken de buitenste lijnen van deze convergente lichtbundel.
Gebruik bij het tekenen een potlood en een liniaal of geodriehoek.

- Zet het lichtkastje met de voorkant op de lijn van afbeelding 16.
- Schuif de stelbuis zo, dat je een divergente lichtbundel krijgt.

2 Teken de buitenste lijnen van deze divergente lichtbundel.

- Zet het lichtkastje met de voorkant op de lijn van afbeelding 17.
- Schuif de stelbuis zo, dat je een evenwijdige lichtbundel krijgt.

3 Teken de buitenste lijnen van deze evenwijdige lichtbundel.



afbeelding 15
een convergente lichtbundel



afbeelding 16
een divergente lichtbundel



afbeelding 17
een evenwijdige lichtbundel

- Draai op het lichtkastje het plaatje met één spleet voor de lichtbundel.
  Er komt nu één lichtstraal (een heel dunne lichtbundel) uit het lichtkastje.
- Zet het lichtkastje met de voorkant op de lijn van afbeelding 18.
- Zorg ervoor dat de lichtstraal over de lijn met 'lichtstraal' op het papier loopt.

4 Teken de lichtstraal met een rode lijn door tot de rand van de rechthoek.

- Leg het perspex blokje op afbeelding 18. Leg de voorkant tegen de lijn 'voorkant blokje'.

5 De lichtstraal valt WEL / NIET loodrecht op het blokje.

6 De lichtstraal wordt door het blokje WEL / NIET gebroken.

- Zet het lichtkastje met de voorkant op de lijn van afbeelding 19.
  De lichtstraal moet weer over de lijn op het papier lopen.
- Leg het perspex blokje met de voorkant tegen de lijn.

7 Teken met een zwart potlood de omtrek van het blokje.

8 De lichtstraal valt WEL / NIET loodrecht op het blokje.

9 De lichtstraal wordt door het blokje WEL / NIET gebroken.

- Leg je liniaal of geodriehoek op de lichtstraal die uit het blokje komt.

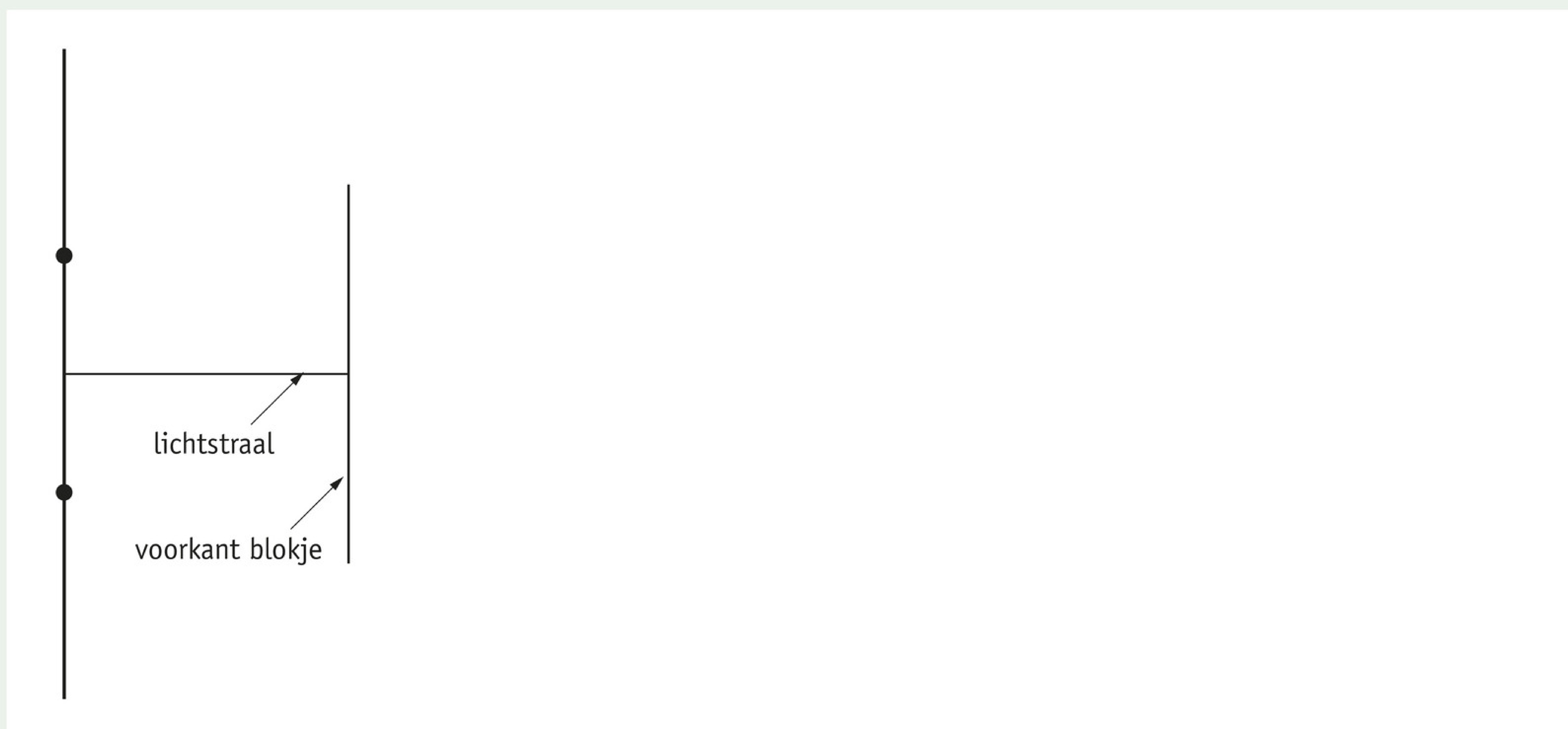
10 Teken de lichtstraal met een rood potlood.

- Schakel de spanning op het lichtkastje uit.
- Haal het lichtkastje en het blokje weg.

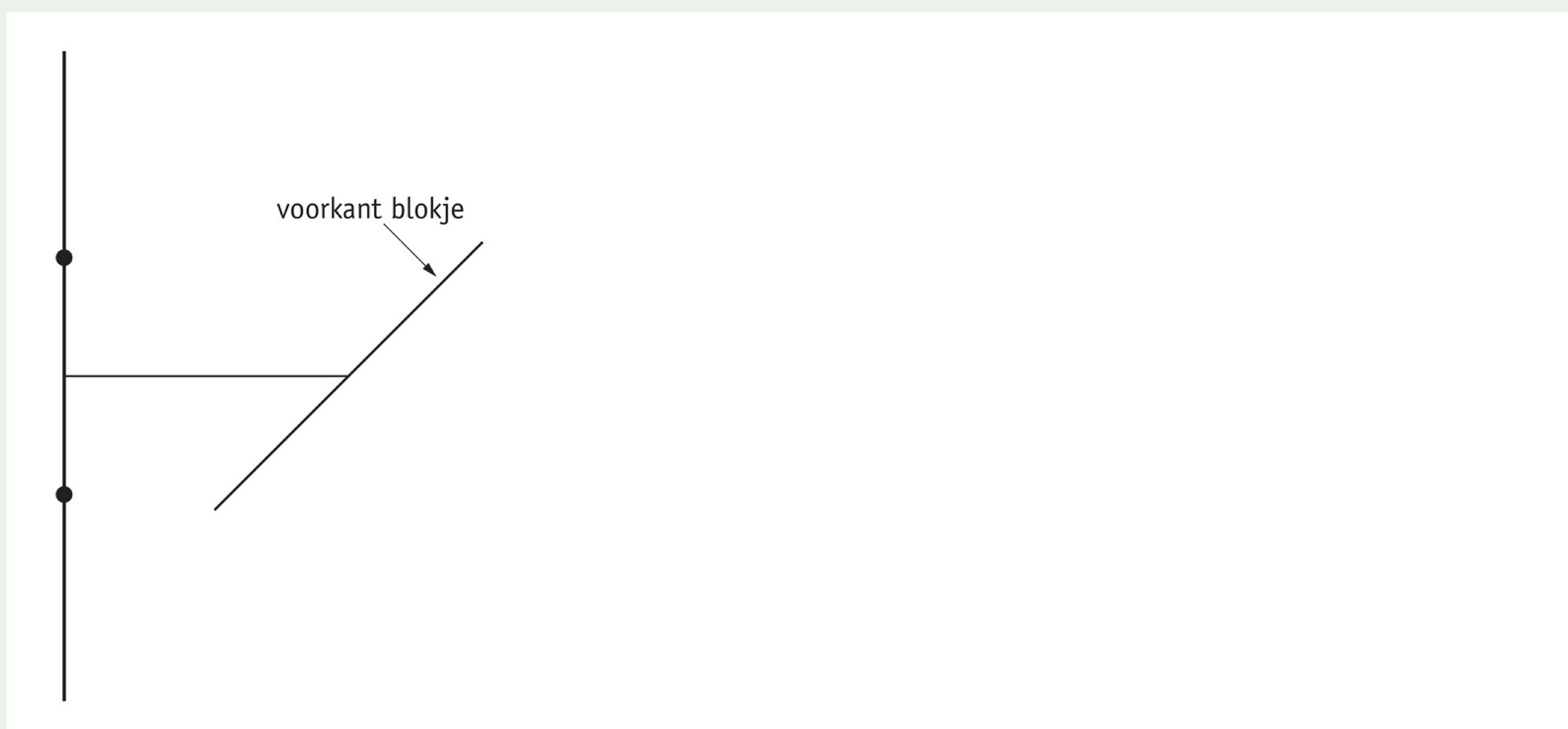
11 Teken de lijn die de lichtstraal in het blokje maakte, rood.

12 De lichtstraal breekt WEL / NIET als hij uit het blokje komt.

- Ruim alles netjes op.



▲ **afbeelding 18**
één lichtstraal uit het lichtkastje



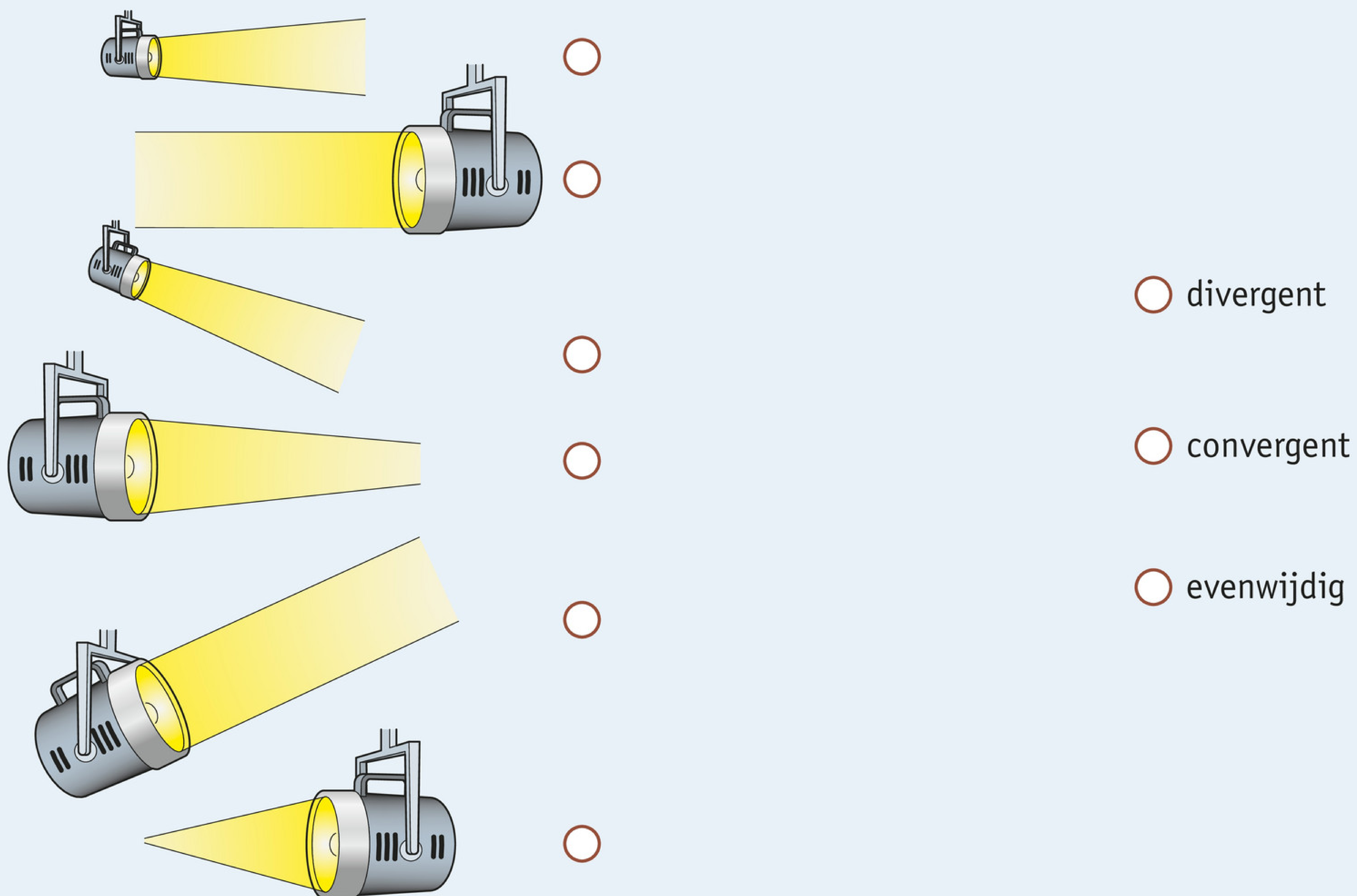
▲ **afbeelding 19**
Een lichtstraal valt schuin op een blokje.

Opgaven

21 Wat gebeurt er met een lichtstraal die loodrecht op een glazen blokje valt?
Als de lichtstraal in het blokje gaat, breekt de lichtstraal WEL / NIET.
Als de lichtstraal uit het blokje gaat, breekt de lichtstraal WEL / NIET.

22 Wat gebeurt er met een lichtstraal die schuin op een glazen blokje valt?
Als de lichtstraal in het blokje gaat, breekt de lichtstraal WEL / NIET.
Als de lichtstraal uit het blokje gaat, breekt de lichtstraal WEL / NIET.

23 In afbeelding 20 zie je zes schijnwerpers. Uit de schijnwerpers komen verschillende lichtbundels.
Trek een lijn van elke schijnwerper naar de goede naam van de lichtbundel.



▲ **afbeelding 20**
zes schijnwerpers met drie verschillende lichtbundels

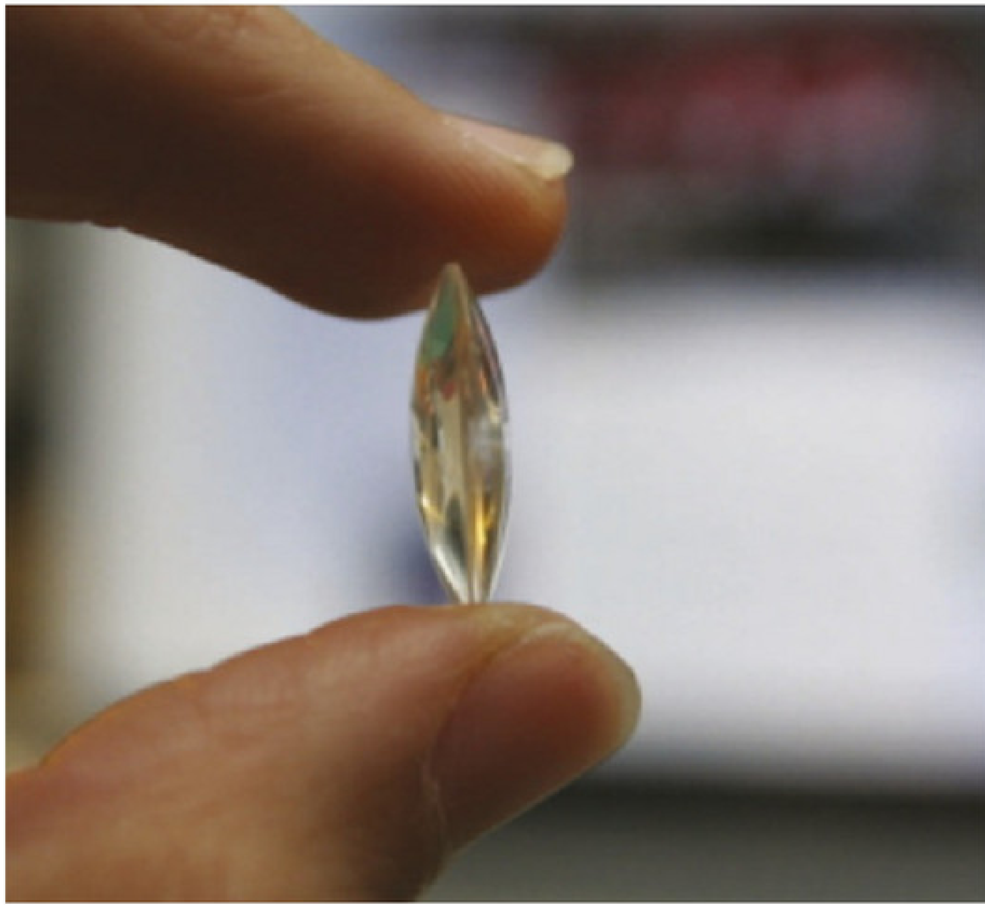
Onthouden!

Heel veel lichtstralen samen noem je een lichtbundel.
Er zijn drie soorten lichtbundels:
- een divergente lichtbundel (van elkaar af);
- een evenwijdige lichtbundel (steeds even wijd);
- een convergente lichtbundel (naar elkaar toe).

Lichtstralen breken als ze schuin op het oppervlak van een doorzichtig materiaal vallen.
Lichtstralen breken niet als ze loodrecht op het oppervlak vallen.
De hoek van lichtbreking hangt af van het materiaal.

3 Bolle en holle lens

Door een bolle lens kun je dingen groter zien. Door een holle lens zie je dingen juist kleiner.



▲ afbeelding 21
een positieve (bolle) lens

De bolle lens

Een **lens** is een rond schijfje van glas of kunststof. Een **bolle lens** is in het midden dikker dan aan de randen. Dit zie je in afbeelding 21. Een bolle lens noem je een **positieve lens**.

Vergroot en verkleind beeld

Een bolle lens vergroot als je voorwerpen van dichtbij bekijkt. Een bolle lens wordt daarom ook wel een **vergrootglas** genoemd.
Een bolle lens verkleint als je de lens verder van je af houdt. Het beeld is dan ook omgekeerd en links en rechts zijn verwisseld.
Op één bepaalde afstand geeft een bolle lens geen beeld.

Proef 3 De bolle lens

Wat je nodig hebt

☐ 1 bolle lens met handgreep

Uitvoering

- Houd de bolle lens ongeveer 5 cm boven deze zin.
- Kijk door de lens.
- Beweeg de lens een beetje omhoog en omlaag.

1 Door de lens zie je de letters VERKLEIND / VERGROOT.

- Kijk op dezelfde manier naar de punt van je potlood of pen.
  Alles wat je van dichtbij door een bolle lens bekijkt, is vergroot.
  Een bolle lens wordt daarom ook wel een vergrootglas genoemd.

- Houd de bolle lens in je hand.
- Strek je arm uit.
- Kijk door de lens naar het bord.
- Beweeg je arm langzaam naar de muur rechts van je.
- Blijf door de lens kijken.

2 Alles wat je door de lens ziet, lijkt GROTER / KLEINER te zijn.

3 Hoe zie je het beeld van voorwerpen die je van een afstand door een bolle lens bekijkt?
- ☐ A Het beeld staat op zijn kop, links en rechts staan op dezelfde plaats.
- ☐ B Het beeld staat op zijn kop, links en rechts zijn verwisseld.
- ☐ C Het beeld staat rechtop, links en rechts staan op dezelfde plaats.
- ☐ D Het beeld staat rechtop, links en rechts zijn verwisseld.

- Houd één oog dicht.
- Strek je arm met de lens.
- Kijk met je geopende oog door de lens.
- Haal de lens langzaam naar je oog toe. Blijf kijken.

Je ziet de beelden wazig worden als de lens dichter bij je oog komt.
Er is een afstand waarbij je geen beeld ziet.
Dicht bij je oog zie je dat het beeld weer rechtop staat.
Als de lens vlak bij je oog is, zie je alles wazig, maar het beeld staat rechtop.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

24 Vul de goede woorden in.
Kies uit: *omgekeerd (2×) – vergroot – verkleind – wazig*.

– Je houdt een positieve lens vlak boven een voorwerp.
Je ziet dan een ______________________ beeld.

– Je houdt een positieve lens op armlengte. Je ziet dan een ______________________
en ______________________ beeld. Ook links en rechts zijn ______________________.

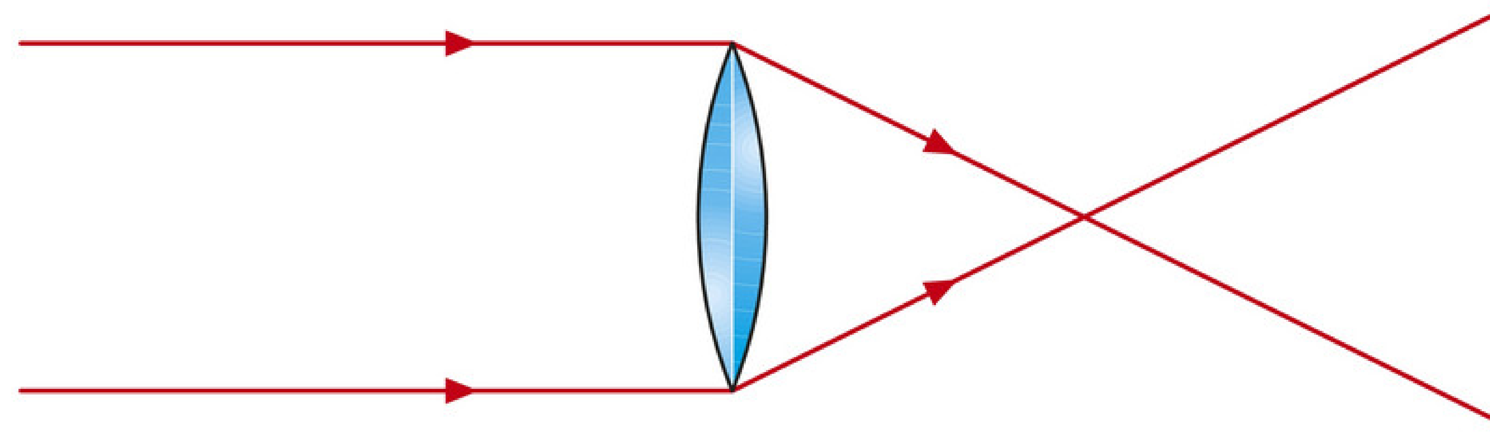
– Als je de lens langzaam naar je toe haalt, wordt het beeld ______________________.

25 Welke namen heeft een bolle lens nog meer?

Een bolle lens wordt ook wel ______________________ lens of ______________________ genoemd.

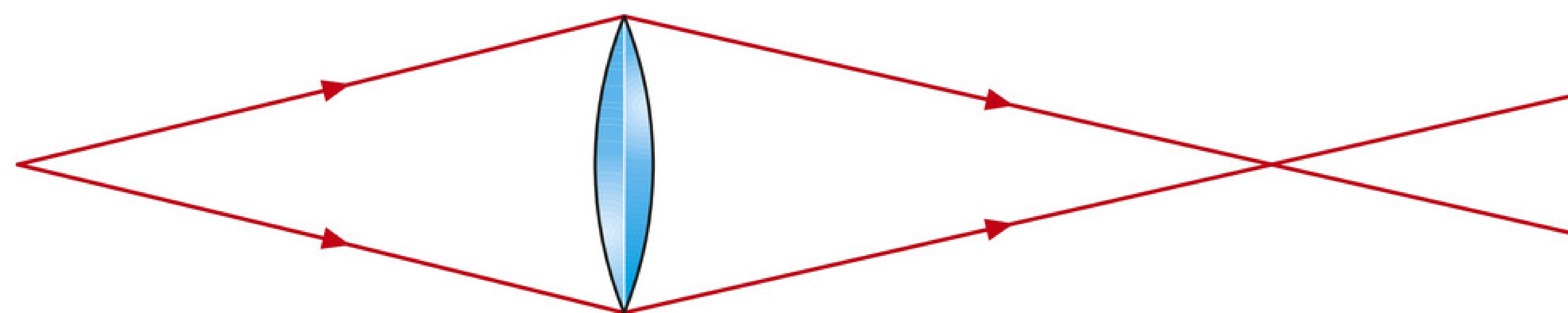
Lichtbreking door een positieve lens

Op de positieve lens van afbeelding 22 valt een evenwijdige lichtbundel. De lens breekt de lichtstralen. Uit de lens komt een convergente lichtbundel (naar elkaar toe).



▲ **afbeelding 22**
Zo breken evenwijdige lichtstralen door een positieve lens.

Op de positieve lens van afbeelding 23 valt een divergente lichtbundel (van elkaar af). De lens breekt de lichtstralen. Uit de lens komt een convergente lichtbundel.

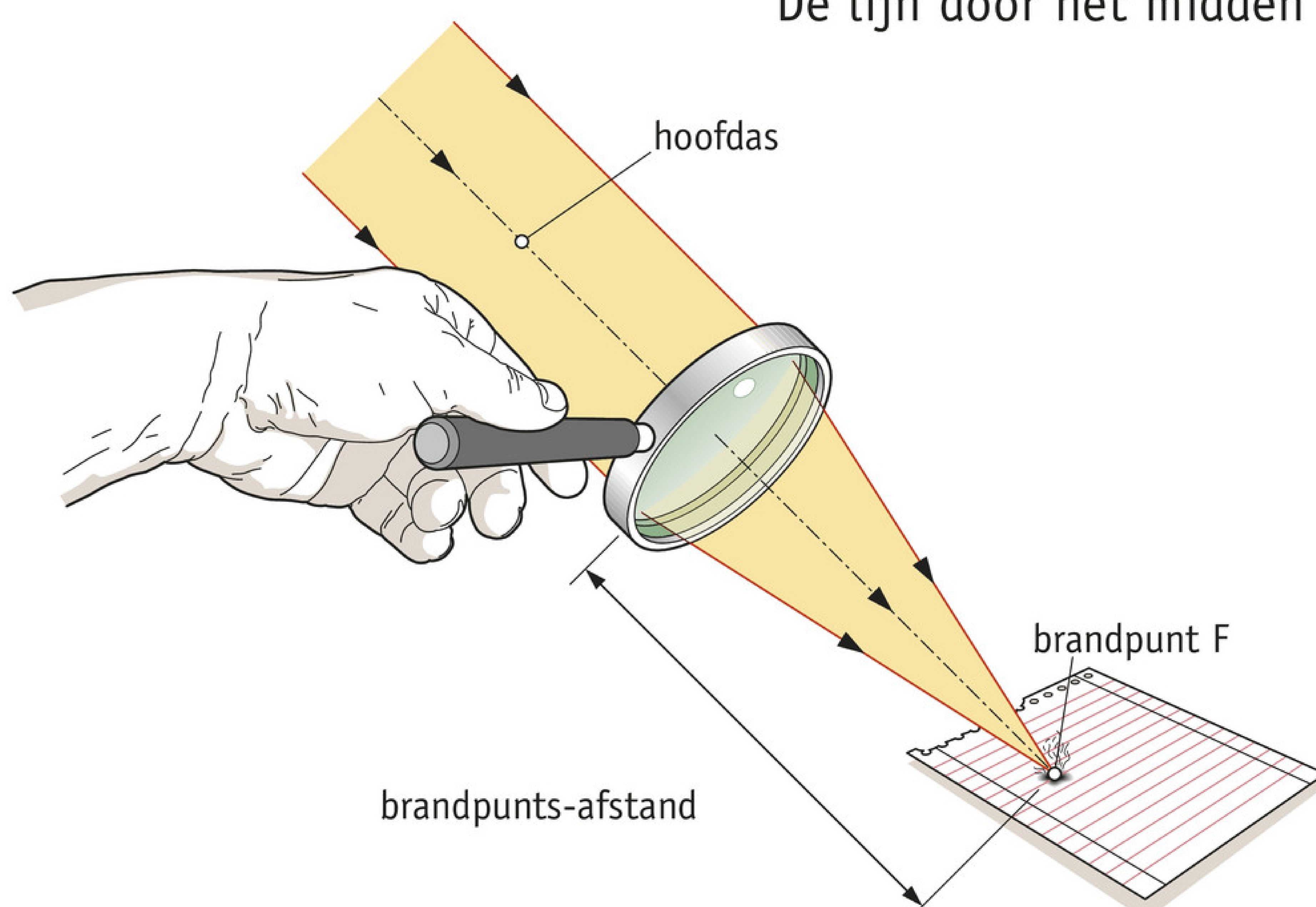


▲ **afbeelding 23**
Zo breken divergente lichtstralen door een positieve lens.

Brandpunt van een positieve lens

Uit een positieve lens komt een convergente lichtbundel. De lichtstralen komen samen in één punt, zoals in afbeelding 22 en 24. Dat punt heet het **brandpunt**. Op deze afstand geeft een bolle lens geen beeld. Het brandpunt geef je aan met de letter **F**.

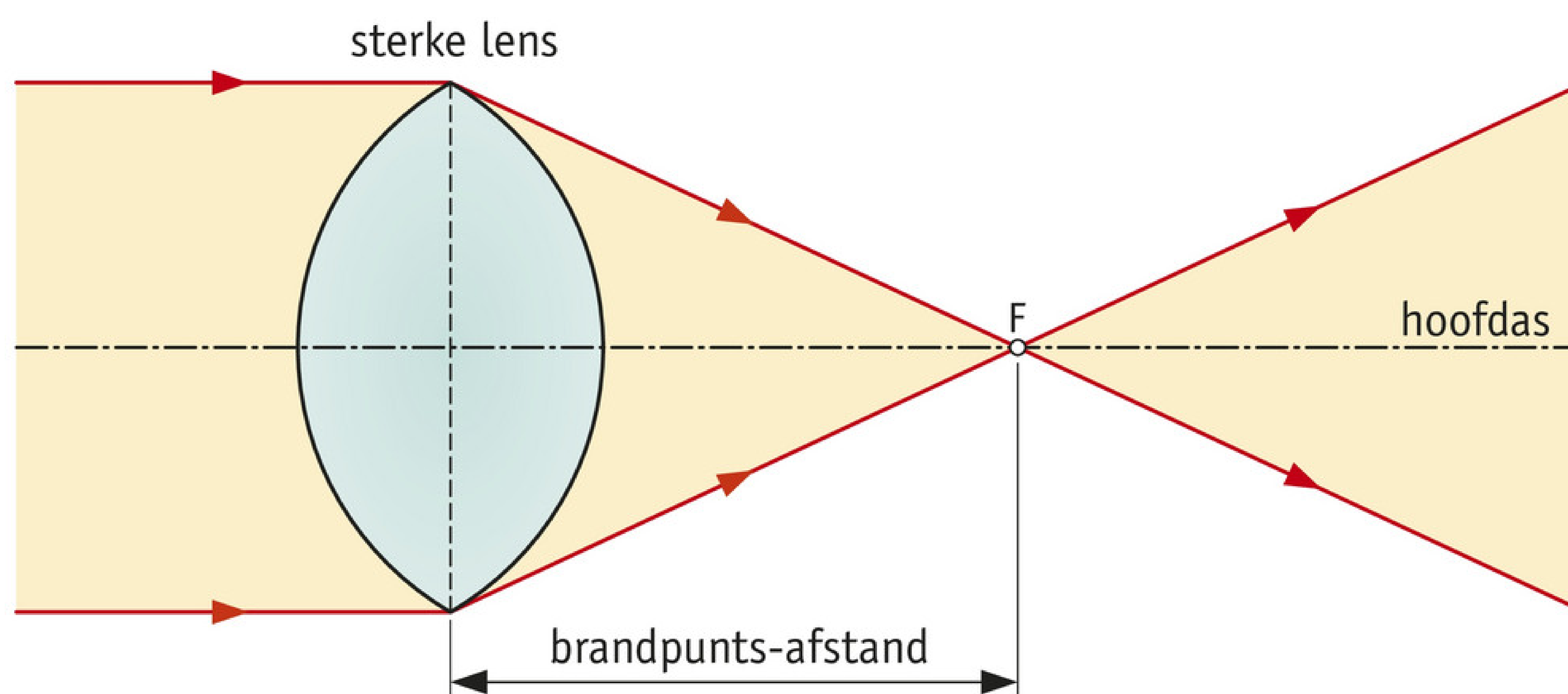
De afstand van de lens tot het brandpunt heet de **brandpunts-afstand**.
De lijn door het midden van de lens is de **hoofdas**.



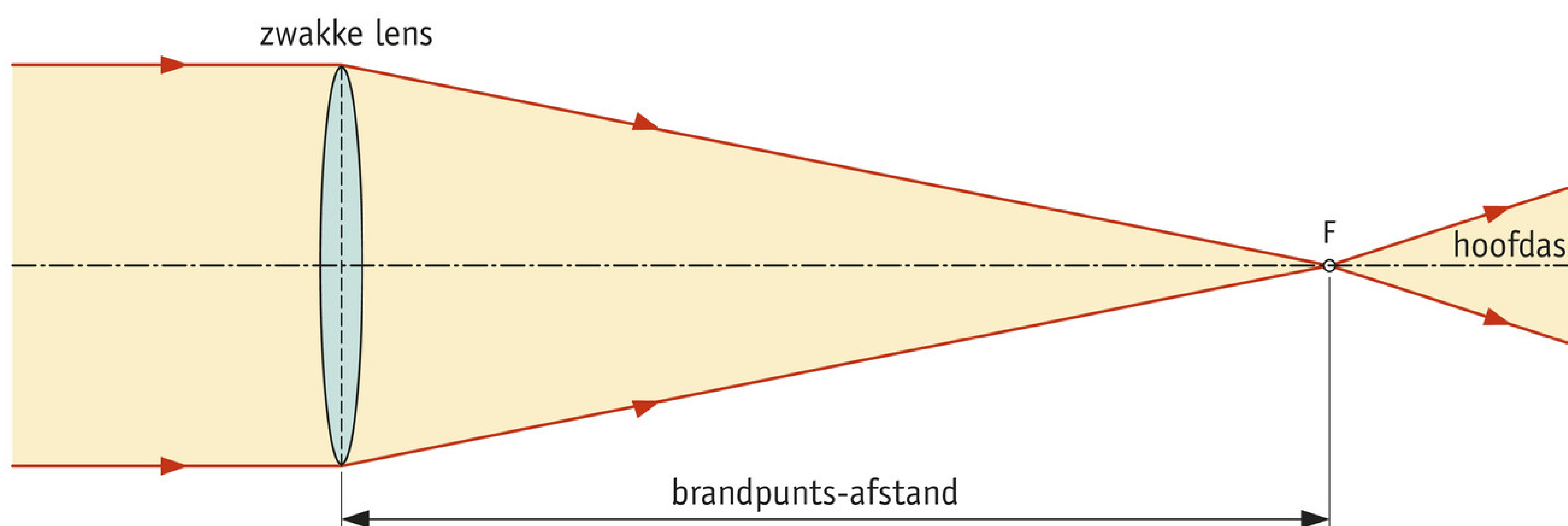
▲ **afbeelding 24**
het brandpunt (F) van een positieve lens

Bij sommige lenzen ligt het brandpunt dicht bij de lens. Deze lenzen hebben een kleine brandpunts-afstand. Lenzen met een kleine brandpunts-afstand zijn erg bol (afbeelding 25). Zo'n lens is een **sterke lens**.

Bij andere lenzen ligt het brandpunt verder weg. Deze lenzen hebben een grote brandpunts-afstand en ze zijn minder bol. Zo'n lens is een **zwakke lens** (afbeelding 26).



▲ **afbeelding 25**
een sterke positieve lens



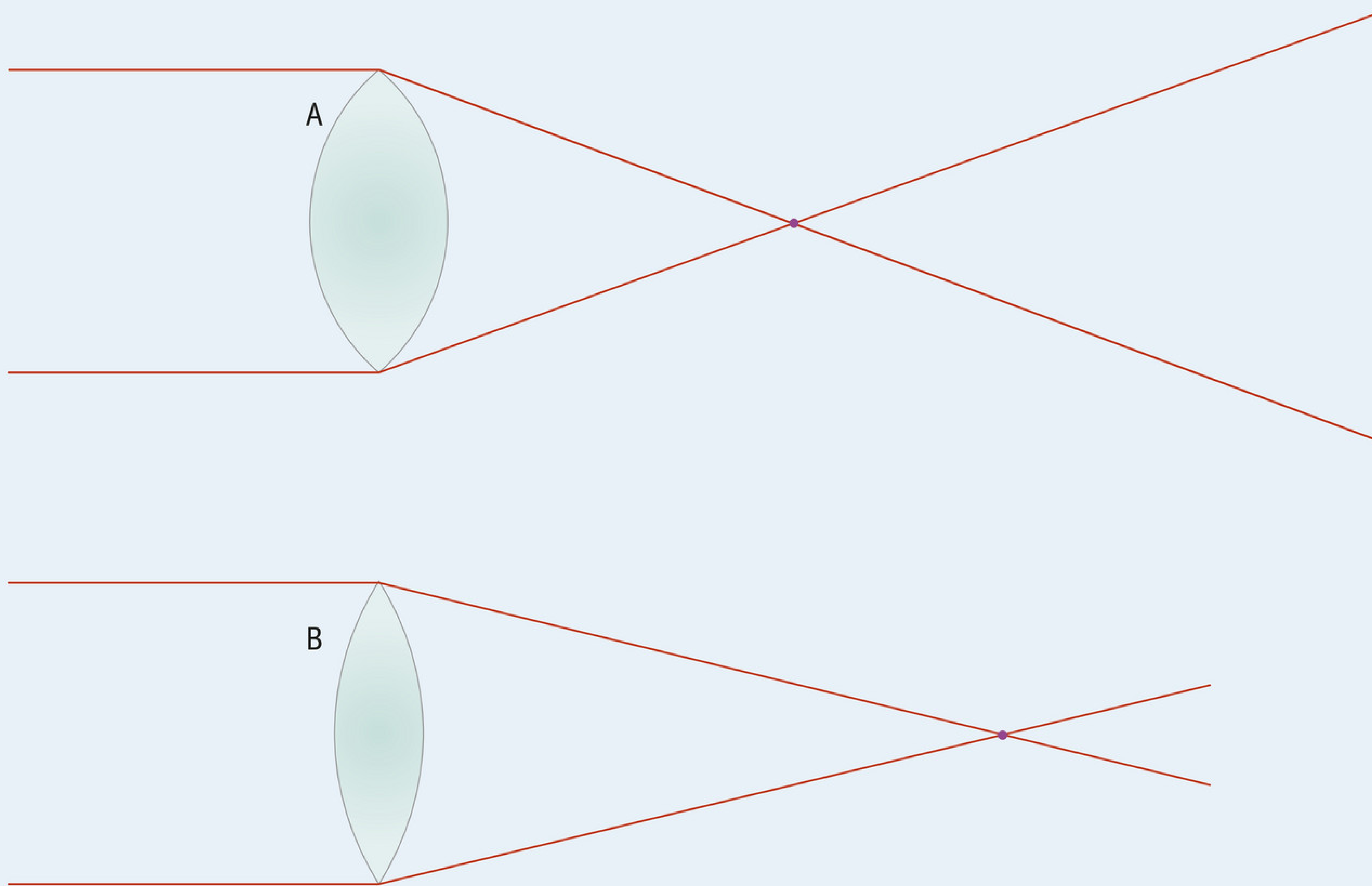
▲ **afbeelding 26**
een zwakke positieve lens

Opgaven

26 Bekijk afbeelding 27.
Wat weet je van de sterkte van de lenzen in de afbeelding?
- ☐ A Lens A is even sterk als lens B.
- ☐ B Lens A is sterker dan lens B.
- ☐ C Lens B is sterker dan lens A.

27 Pak een zwart potlood en je geodriehoek.
Teken in afbeelding 27 in elke lens een stippellijn van het bovenste punt naar het onderste punt van de lens.

28 Pak een groen potlood en je geodriehoek.
Teken in afbeelding 27 door beide lenzen de hoofdas.



▲ **afbeelding 27**
twee bolle lenzen

29 De hoofdas deelt een lens WEL / NIET precies middendoor.

30 Zet een F bij het brandpunt van elke lens.

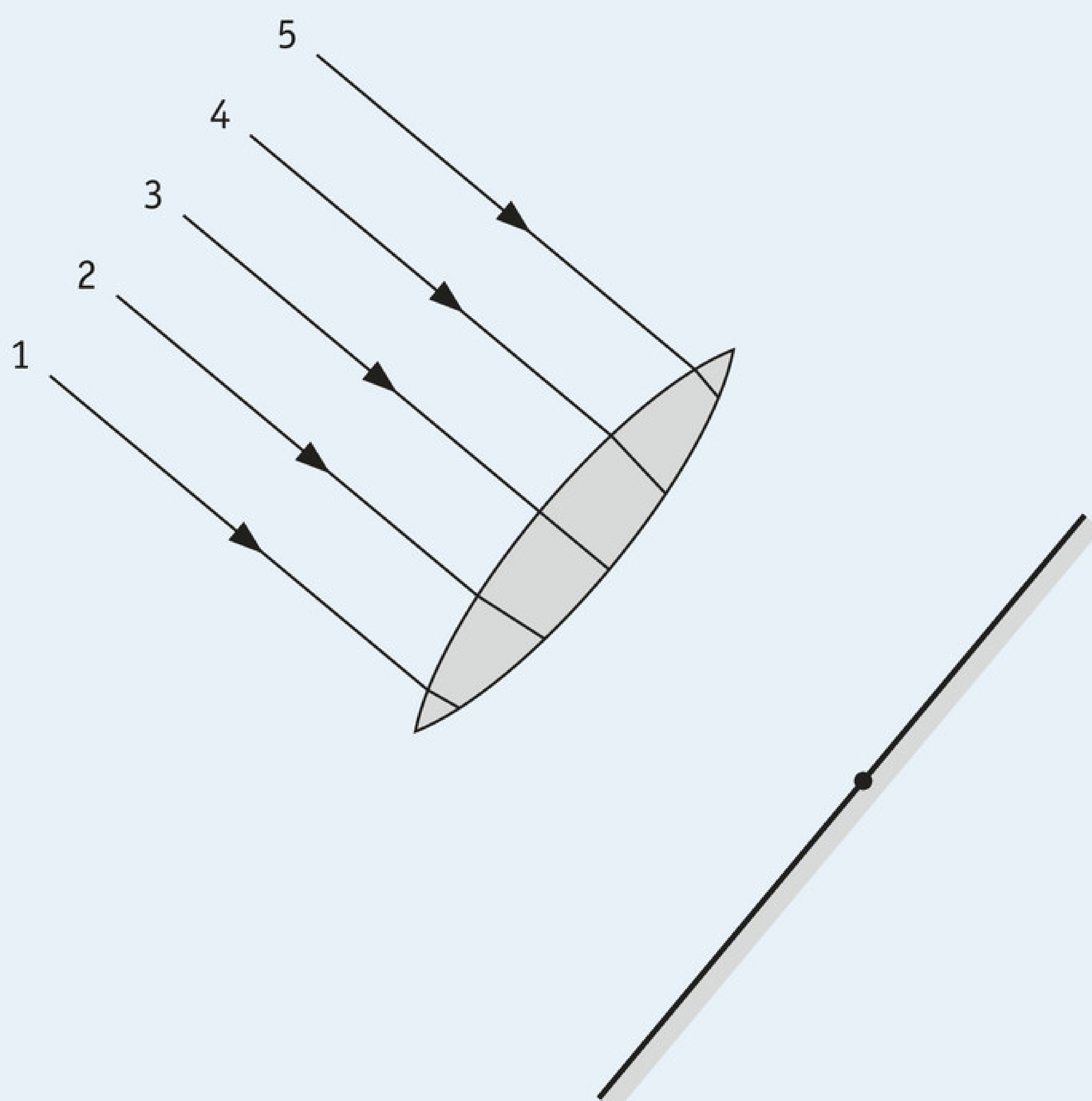
31 Hoe groot is de afstand van het midden van elke lens tot aan het brandpunt?

De brandpunts-afstand van lens A is ______ mm.

De brandpunts-afstand van lens B is ______ mm.

32 De brandpunts-afstand van de sterkste lens is het KLEINST / GROOTST.

33 Met een bolle lens wordt een gaatje in een stuk papier gebrand (afbeelding 28). Vijf van de lichtstralen die op de lens vallen, zijn getekend. In de lens zijn die lichtstralen gebroken. Teken in afbeelding 28 hoe de lichtstralen 1 tot en met 5 na de lens op het brandpunt komen.



▲ **afbeelding 28**
het brandpunt van een bolle lens

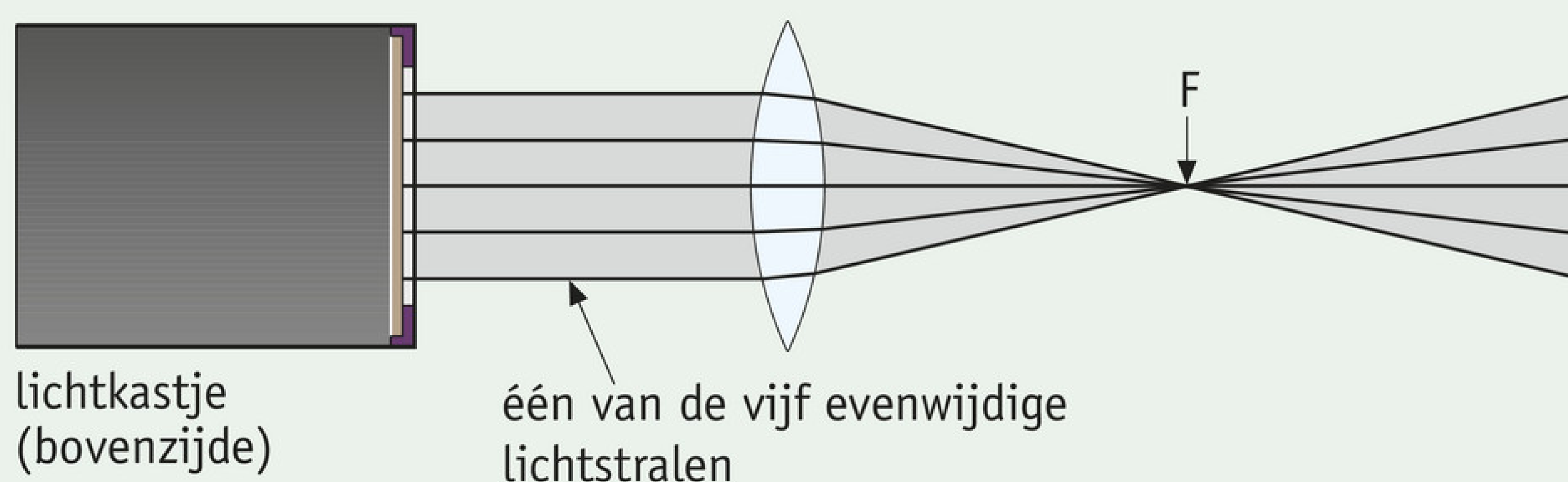
Proef 4 Brandpunt van een lens bepalen

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 lichtkastje
- ☐ 1 voeding
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 2 positieve schijflenzen met verschillende brandpunts-afstanden
- ☐ 1 potlood
- ☐ 1 liniaal of geodriehoek

Uitvoering

- Sluit het lichtkastje aan op de voeding.
- Schakel de voeding in.
- Maak een evenwijdige lichtbundel.
- Zet het plaatje met de vijf spleten voor de lichtbundel (afbeelding 29).



▲ **afbeelding 29**
het bovenaanzicht van proef 4

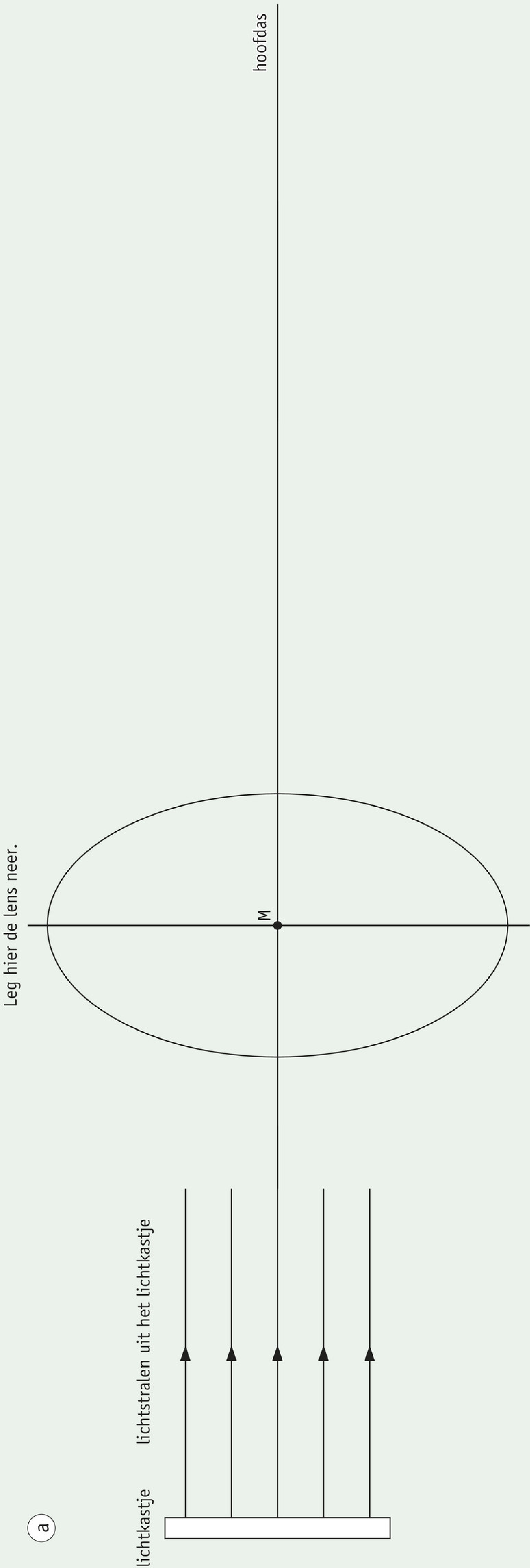
- Zet het lichtkastje op afbeelding 30a op de volgende bladzijde.
- Laat de middelste lichtstraal over de middelste lijn lopen (dat is de hoofdas).
- Leg één lens op de aangegeven plaats in afbeelding 30a.
- Zorg ervoor dat de vijf evenwijdige lichtstralen door de lens gaan.

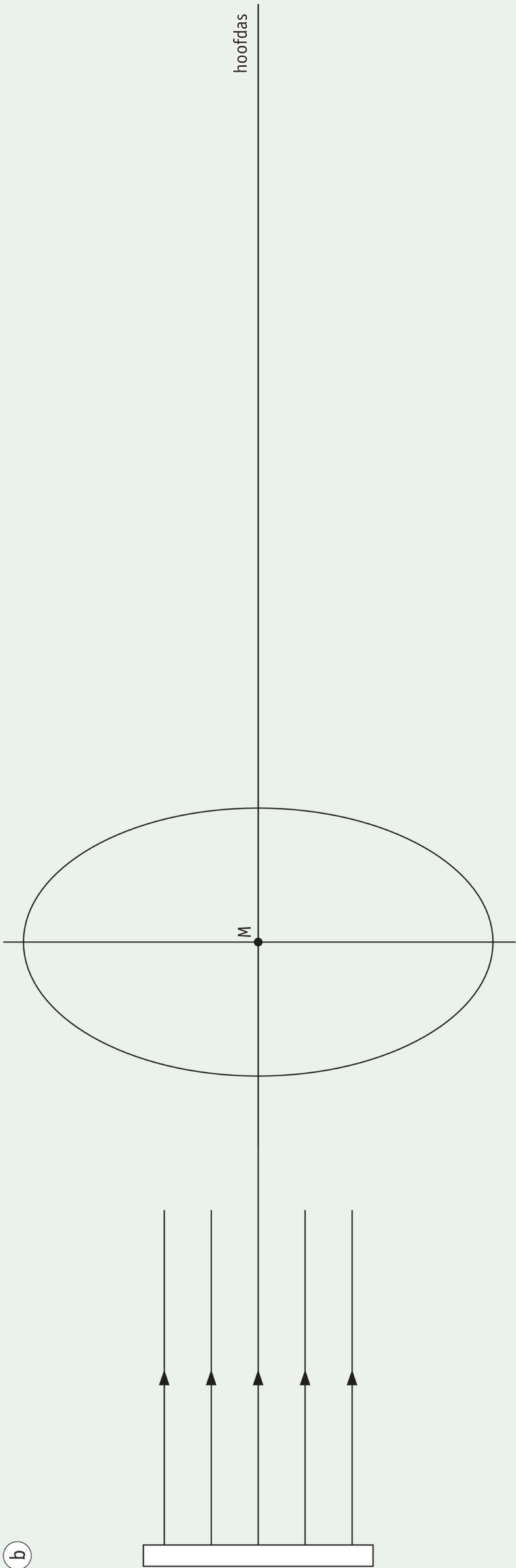
Uit de lens komen convergente lichtstralen.
Deze lichtstralen komen in één punt bij elkaar.

- Zorg ervoor dat dit punt op de hoofdas komt.
- Daarvoor moet je de lens precies goed leggen.
  Na dit punt worden de lichtstralen divergent.
- Zet een stip waar de lichtstralen bij elkaar komen.
- Zet bij dit punt een hoofdletter F.
  De afstand tussen punt M en F is de brandpunts-afstand.

1 Hoe groot is de brandpunts-afstand van de lens in mm?

De brandpunts-afstand is ________________ mm.





▲ **afbeelding 30**
Teken de lichtstralen.

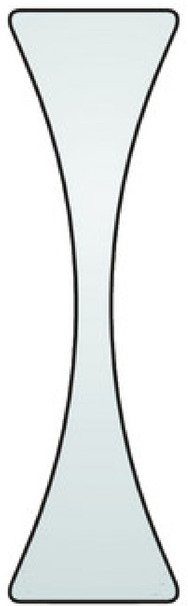
- Pak de andere lens.
- Leg de lens op de aangegeven plaats in afbeelding 30b.
- Laat de evenwijdige lichtstralen door de lens gaan.
- Zorg ervoor dat het brandpunt op de hoofdas komt.
- Zet een hoofdletter F bij het brandpunt.

2 Hoe groot is de brandpunts-afstand van deze lens?

De brandpunts-afstand is ________________ mm.

3 Welke lens is de sterkste lens?
☐ A de lens in afbeelding 30a
☐ B de lens in afbeelding 30b

- Ruim alles netjes op.



▲ **afbeelding 31**
een negatieve (holle) lens

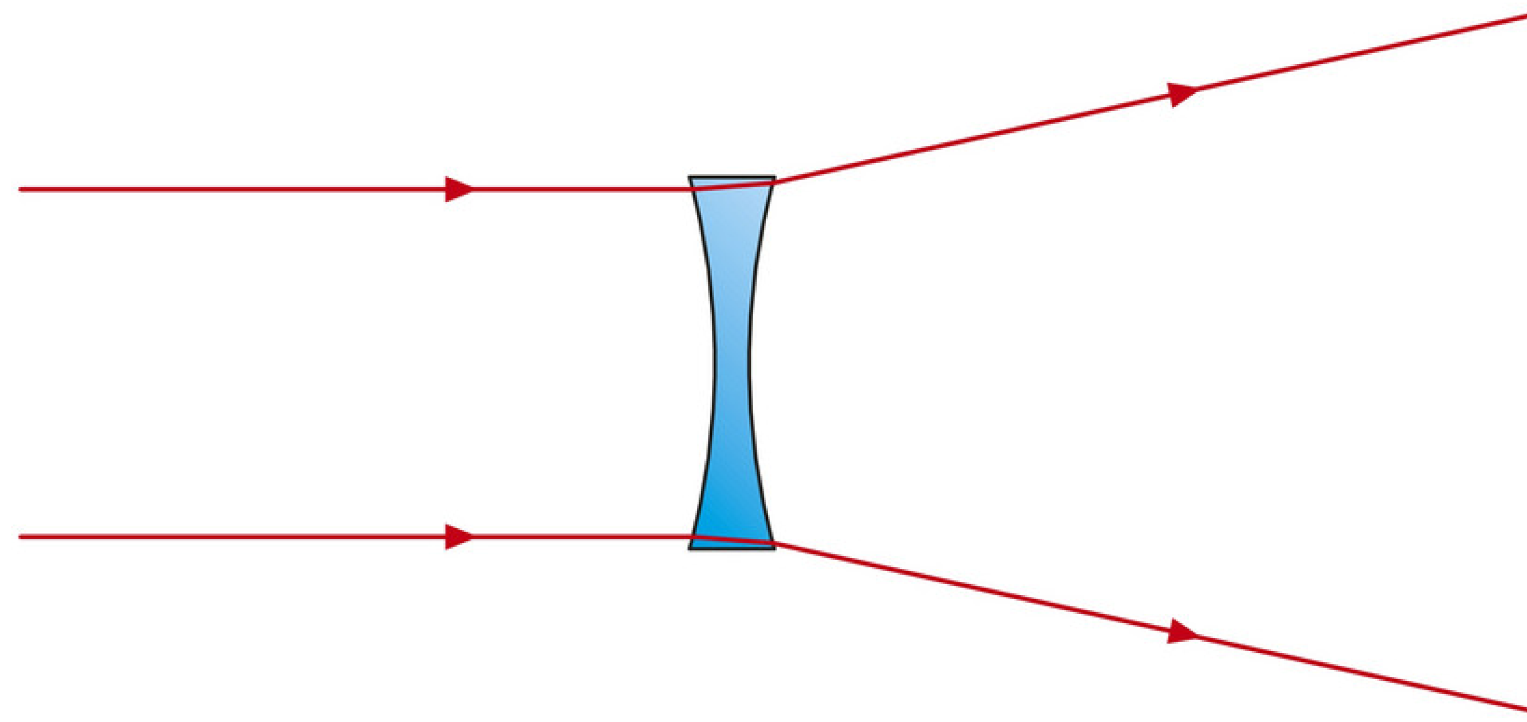
De holle lens

Een **holle lens** is in het midden dunner dan aan de randen. Dit zie je in afbeelding 31. Een holle lens noem je een **negatieve lens**.

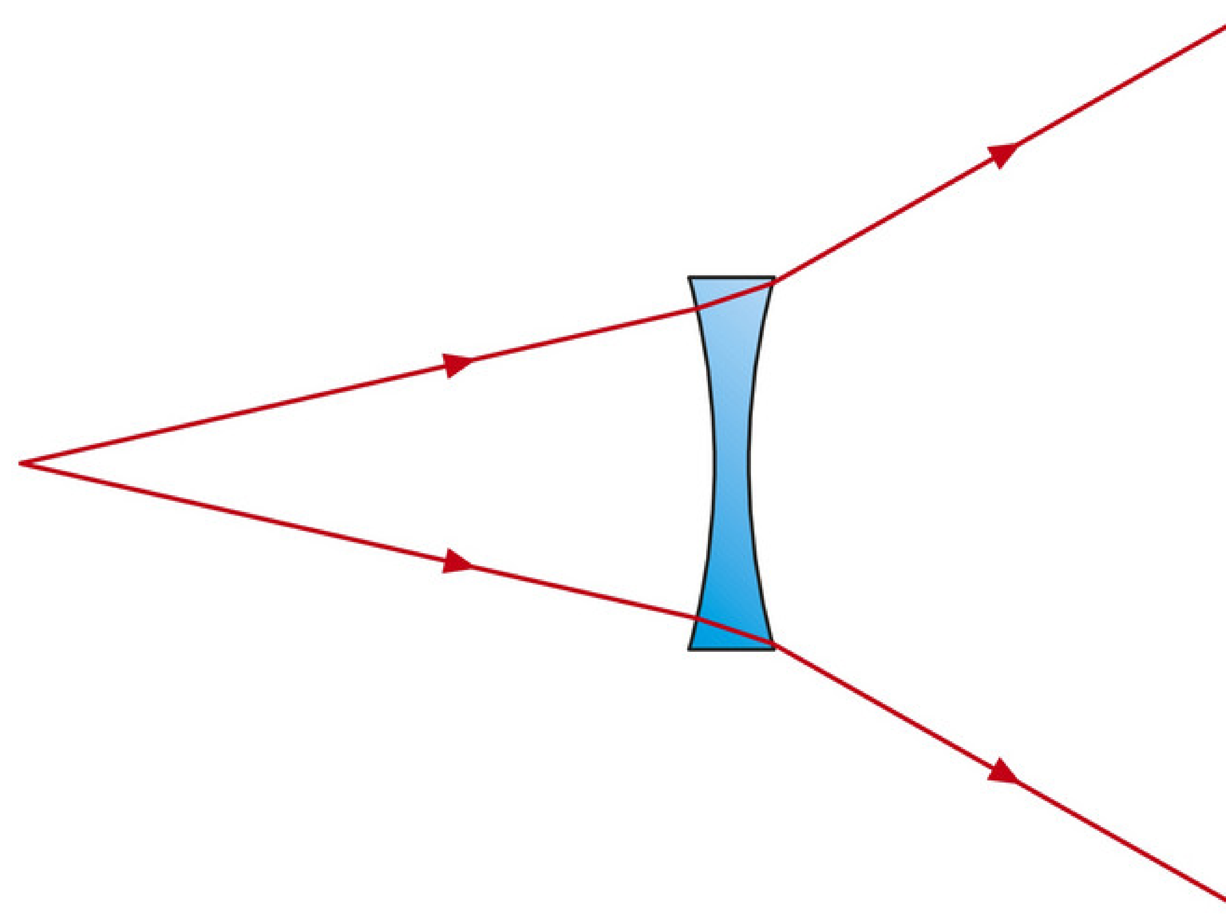
Op de negatieve lens van afbeelding 32 valt een evenwijdige lichtbundel. De lens breekt de lichtstralen. Uit de lens komt een divergente lichtbundel (van elkaar af).

Op de negatieve lens van afbeelding 33 valt een divergente lichtbundel (van elkaar af). De lens breekt de lichtstralen. Uit de lens komt weer een divergente lichtbundel. De lichtstralen gaan nu nog verder van elkaar af.

Een negatieve lens werkt dus anders dan een positieve (bolle) lens:
- Een positieve (bolle) lens breekt lichtstralen naar elkaar toe. Je zegt: een positieve lens heeft een convergerende werking.
- Een negatieve (holle) lens breekt lichtstralen van elkaar af. Je zegt: een negatieve lens heeft een divergerende werking.



▲ **afbeelding 32**
Zo breken evenwijdige lichtstralen door een negatieve lens.



▲ **afbeelding 33**
Zo breken divergente lichtstralen door een negatieve lens.

Proef 5 Verschil tussen bolle en holle lenzen

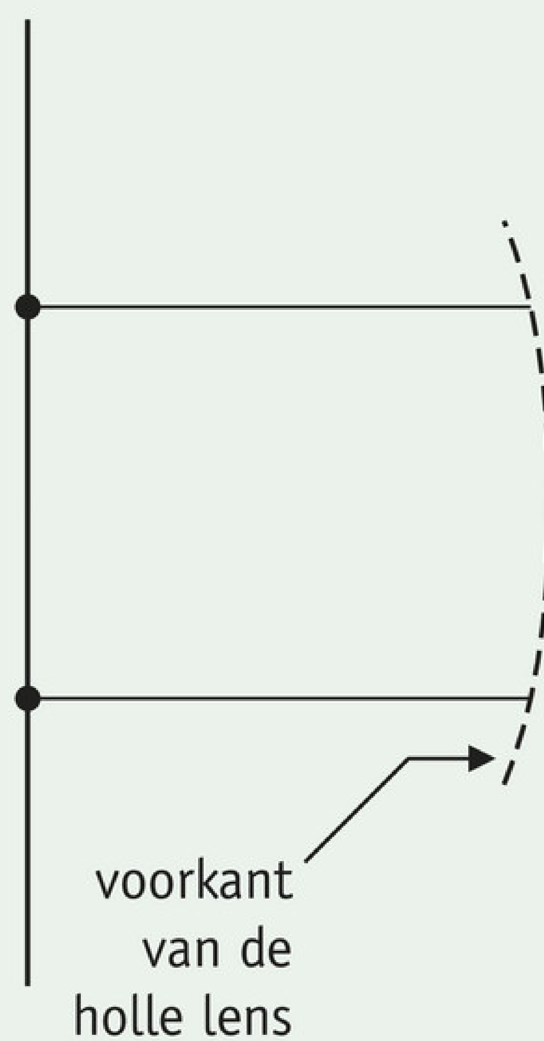
Wat je nodig hebt

- ☐ 1 bolle lens (schijflens, geschikt voor het lichtkastje)
- ☐ 1 holle lens (schijflens, geschikt voor het lichtkastje)
- ☐ 1 lichtkastje
- ☐ 1 voeding
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 1 geodriehoek of liniaal
- ☐ kleurpotloden

Uitvoering

- Leg één kant van de holle lens zo goed mogelijk op de stippellijn in afbeelding 34.
- Houd met een hand de lens goed op het papier.

1 Teken met een zwart potlood de omtrek van de holle lens.



▲ **afbeelding 34**
de proef-opstelling met een holle lens

- Haal de lens van het papier.
- Zet het lichtkastje aan de voorkant gelijk met de tekening.
- Sluit het lichtkastje aan op de voeding.
- Zorg voor de juiste spanning.
- Schakel de voeding in.
- Regel de lichtbundel zó, dat je een evenwijdige bundel krijgt.

2 Pak een blauw potlood en je geodriehoek.
Teken heel dun de buitenste lichtstralen van de evenwijdige lichtbundel.

- Leg de holle lens op de plaats waar je hem hebt getekend.

3 Hoe wordt de evenwijdige lichtbundel door de negatieve lens gebroken?
Na breking door de lens is de lichtbundel DIVERGENT / CONVERGENT.

4 Pak een rood potlood en je geodriehoek.
Teken de buitenste lijnen van de lichtbundel die uit de lens komt.

- Zet het lichtkastje even opzij.

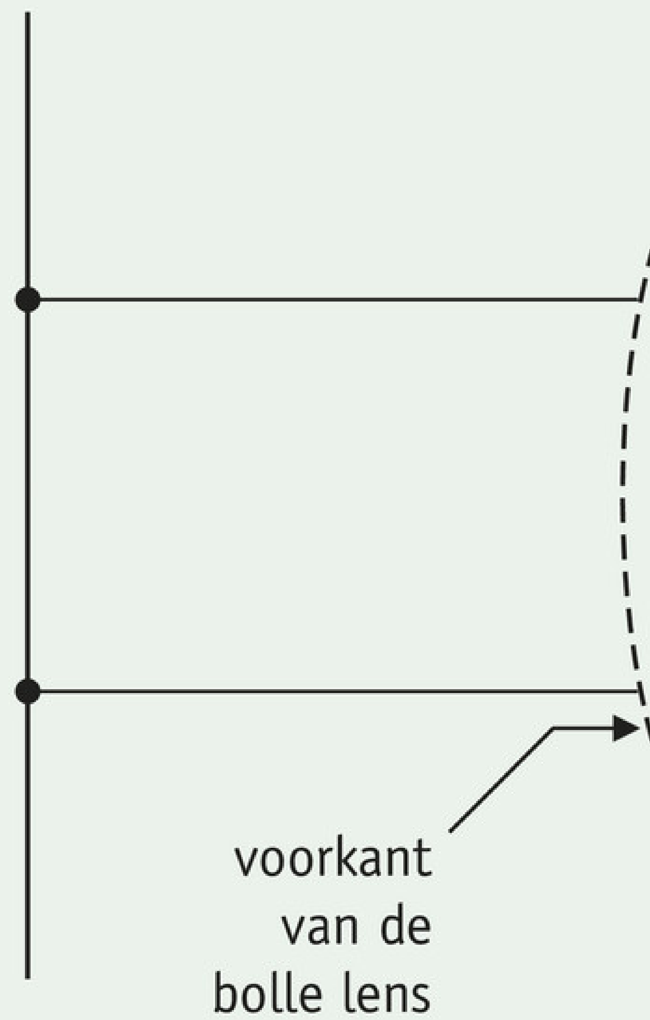
5 Gebruik weer het blauwe potlood en je geodriehoek.
De buitenste lijnen van de evenwijdige lichtbundel heb je dun getekend.
Teken deze lijnen nu met een dikke lijn, maar alleen van het lichtkastje tot aan de lens.

6 Pak een groen potlood en je geodriehoek.
Teken de buitenste lichtstralen zoals ze in de lens werden gebroken.

7 Kleur de evenwijdige lichtbundel blauw.
Kleur de lichtbundel in de lens groen.
Kleur de lichtbundel die uit de lens kwam rood.

- Leg de bolle lens zo goed mogelijk op de stippellijn in afbeelding 35.
- Houd ook deze lens goed op het papier.

8 Teken met zwart potlood de omtrek van de lens.



▲ **afbeelding 35**
de proefopstelling met de bolle lens

- Zet het lichtkastje weer met de voorkant op de tekening.
- Zorg ervoor dat er een evenwijdige lichtbundel uit het lichtkastje komt.

9 Pak een blauw potlood en je geodriehoek.
Teken heel dun de buitenste lichtstralen van de evenwijdige lichtbundel.

10 Hoe wordt de evenwijdige lichtbundel door de positieve lens gebroken?
a Na breking door de lens is de lichtbundel eerst DIVERGENT / CONVERGENT.
b Na het brandpunt is de lichtbundel DIVERGENT / CONVERGENT.

11 Pak een rood potlood en je geodriehoek.
Teken de buitenste lijnen van de lichtbundel die uit de lens komt.

- Schakel het lichtkastje uit.
- Haal het lichtkastje en de lens van je papier.

12 Gebruik weer het blauwe potlood en je geodriehoek.
De buitenste lijnen van de evenwijdige lichtbundel heb je dun getekend.
Teken deze lijnen nu met een dikke lijn, maar alleen van het lichtkastje tot aan de lens.

13 Pak een groen potlood en je geodriehoek.
Teken hoe de buitenste lichtstralen door de lens werden gebroken.

14 Voer de volgende opdrachten uit.
a Kleur de evenwijdige lichtbundel blauw.
b Kleur de lichtbundel die in de lens gebroken werd groen.
c Kleur de convergente lichtbundel na de lens rood.
d Kleur de divergente lichtbundel na het brandpunt bruin.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

34 Wat voor soort lens kun je gebruiken als vergrootglas?

____

35 Wat is een andere naam voor holle lens?

____

36 Op een bolle lens valt een evenwijdige lichtbundel.
Hoe komt de lichtbundel uit de lens?
- ☐ A divergent
- ☐ B convergent
- ☐ C evenwijdig

37 Op een holle lens valt een evenwijdige lichtbundel.
Hoe komt de lichtbundel uit de lens?
- ☐ A divergent
- ☐ B convergent
- ☐ C evenwijdig

Onthouden!

Een positieve lens is een bolle lens.
Een negatieve lens is een holle lens.
De lichtstralen uit een bolle lens komen bij elkaar in het brandpunt.
Het brandpunt geef je aan met de hoofdletter F.
De lijn door het midden van de lens is de hoofdas.
De afstand van de lens tot het brandpunt is de brandpunts-afstand.
Hoe kleiner de brandpunts-afstand, hoe sterker de lens.
Een positieve lens heeft een convergerende werking (naar elkaar toe).
Een negatieve lens heeft een divergerende werking (van elkaar af).

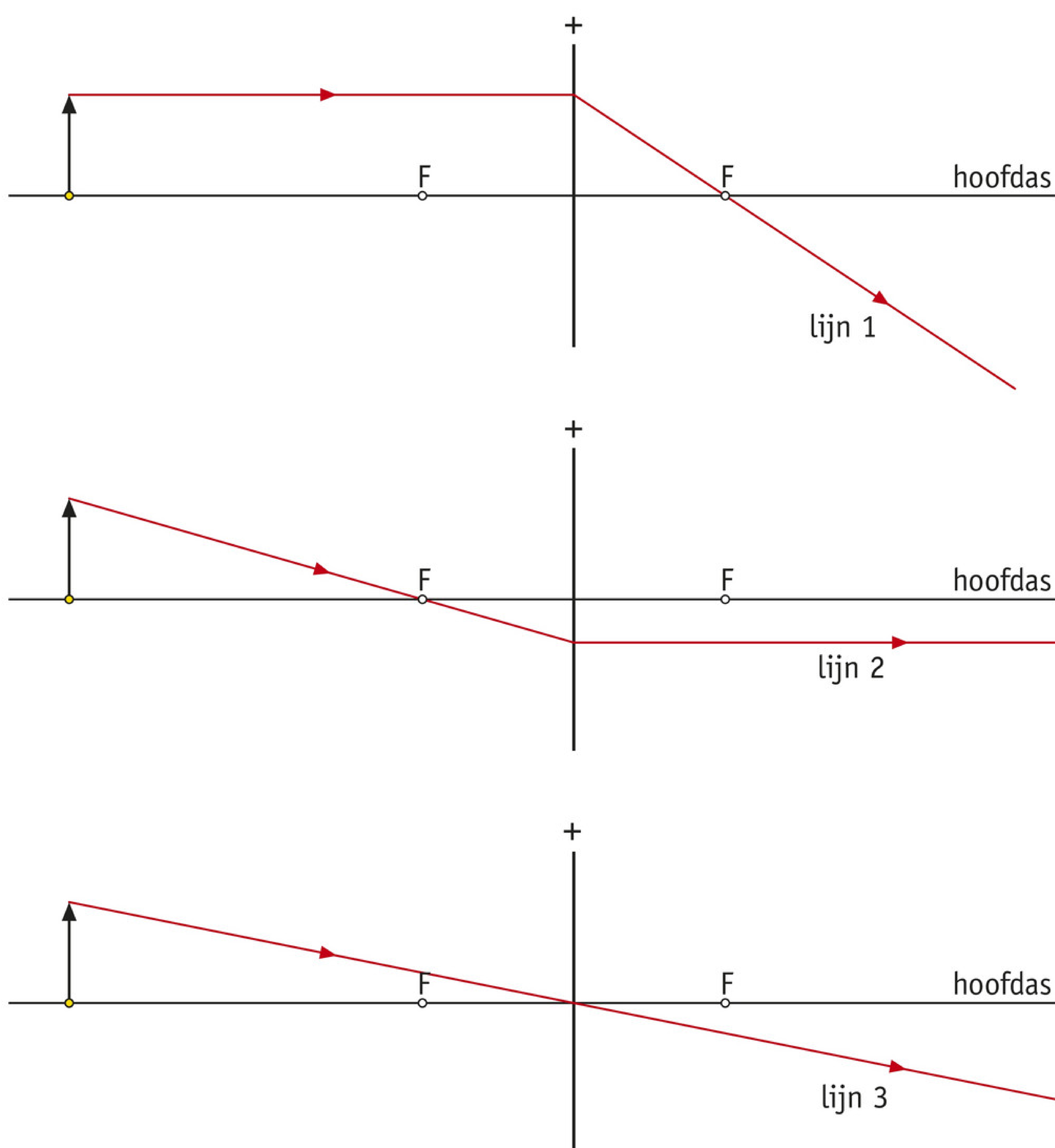
4 Lichtstralen construeren

Een positieve lens heeft een convergerende werking (naar elkaar toe). Alleen de lichtstraal door het midden van de lens gaat rechtdoor.

Lichtstralen door een bolle lens

De lichtstralen door een lens kun je heel precies tekenen. Dat noem je **construeren**. Vanaf nu gebruiken we in de tekeningen deze symbolen:
- brandpunt = F
- positieve (bolle) lens = +

Kijk naar afbeelding 36. Voor de bolle lens (+) staat een voorwerp. Het voorwerp is een pijl. Het brandpunt van de lens is aangegeven met F. Een bolle lens heeft aan twee kanten op dezelfde afstand een brandpunt. Daarom staat links en rechts van de lens een F.



▲ **afbeelding 36**
construeren met drie lichtstralen

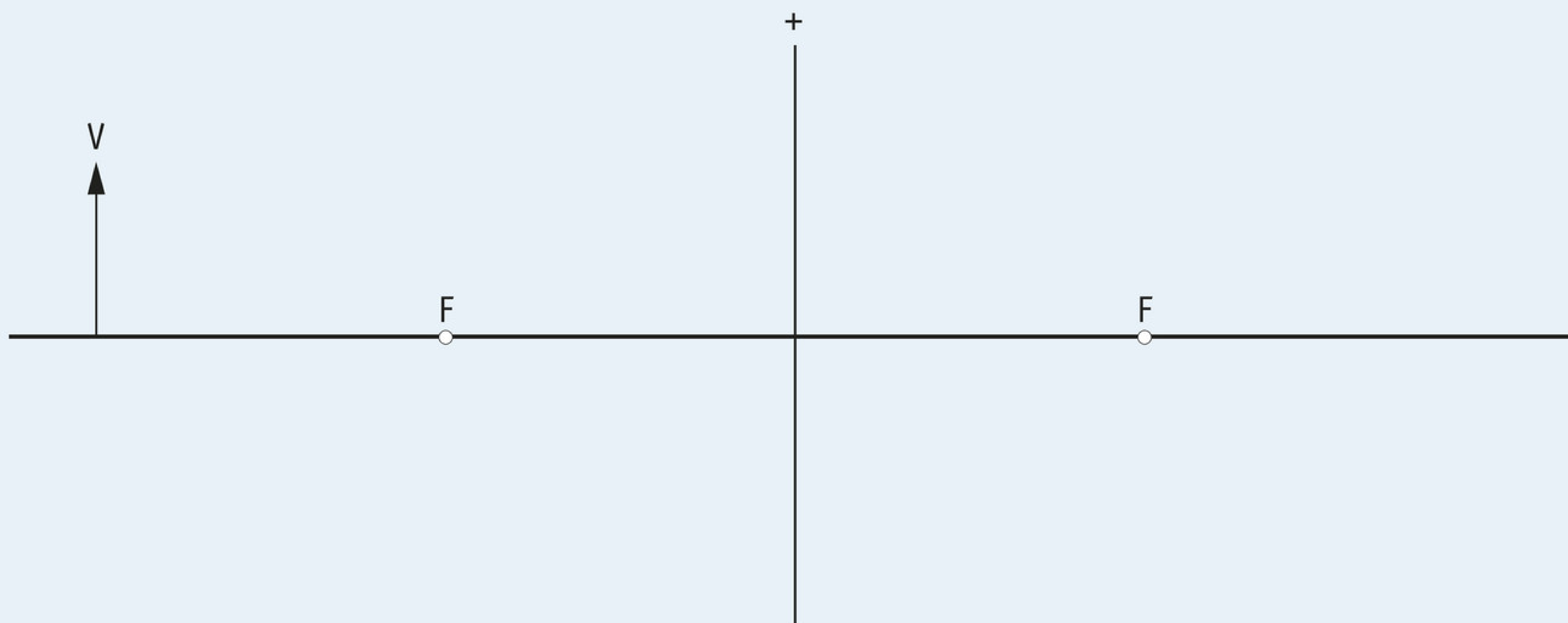
Je ziet drie lijnen. Deze drie lijnen heb je nodig om de lichtstralen door een lens te construeren:
- Lijn 1 is de lichtstraal evenwijdig aan de hoofdas en door het brandpunt (rechts).
- Lijn 2 is de lichtstraal door het brandpunt (links) en evenwijdig aan de hoofdas.
- Lijn 3 is de lichtstraal door het midden van de lens. Deze lijn gaat rechtdoor.

Aan de pijltjes in de lijnen zie je in welke richting de lichtstralen gaan.

Opgaven

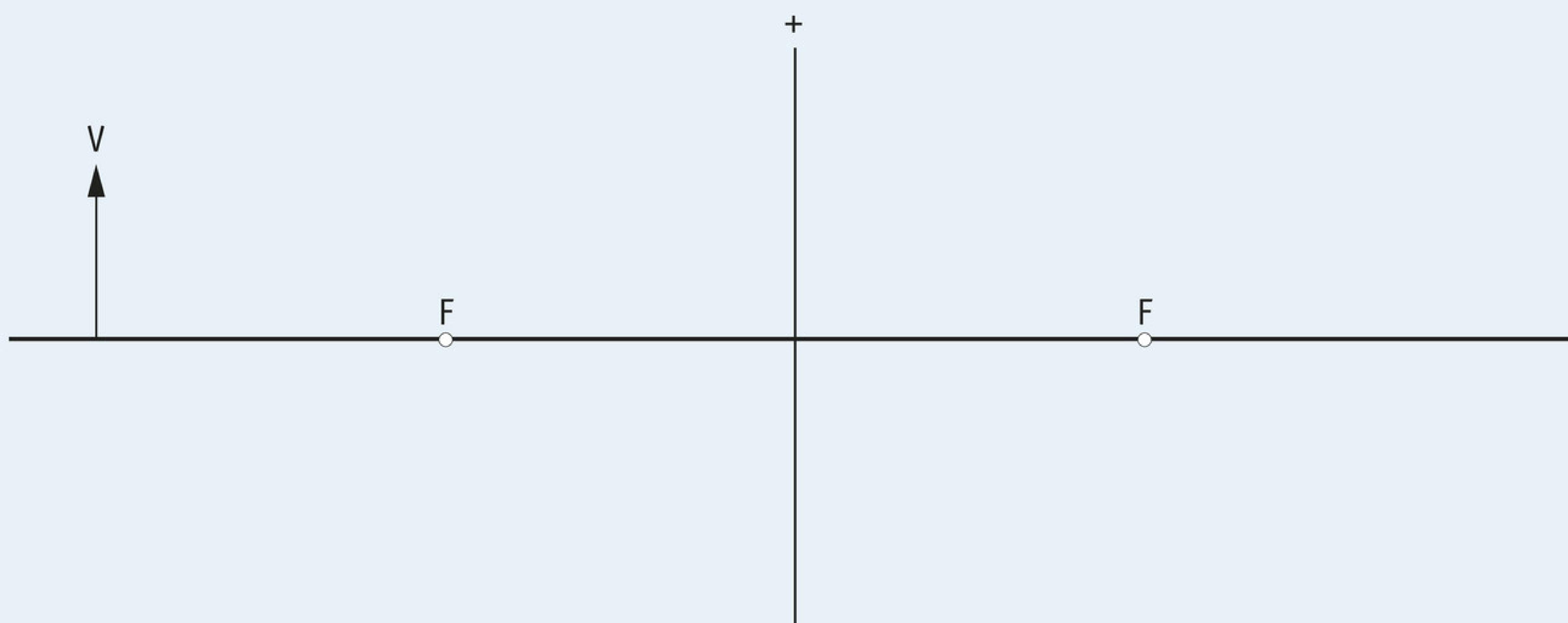
In opgave 38 tot en met 41 ga je construeren.
- Teken de lijnen dun en strak, met een potlood.
- Gebruik altijd een liniaal of geodriehoek.
- Maak je een fout, dan goed uitgummen en opnieuw beginnen.

38 Teken in afbeelding 37 de evenwijdige lijn die na breking door het brandpunt gaat. Begin bij de punt van pijl V.



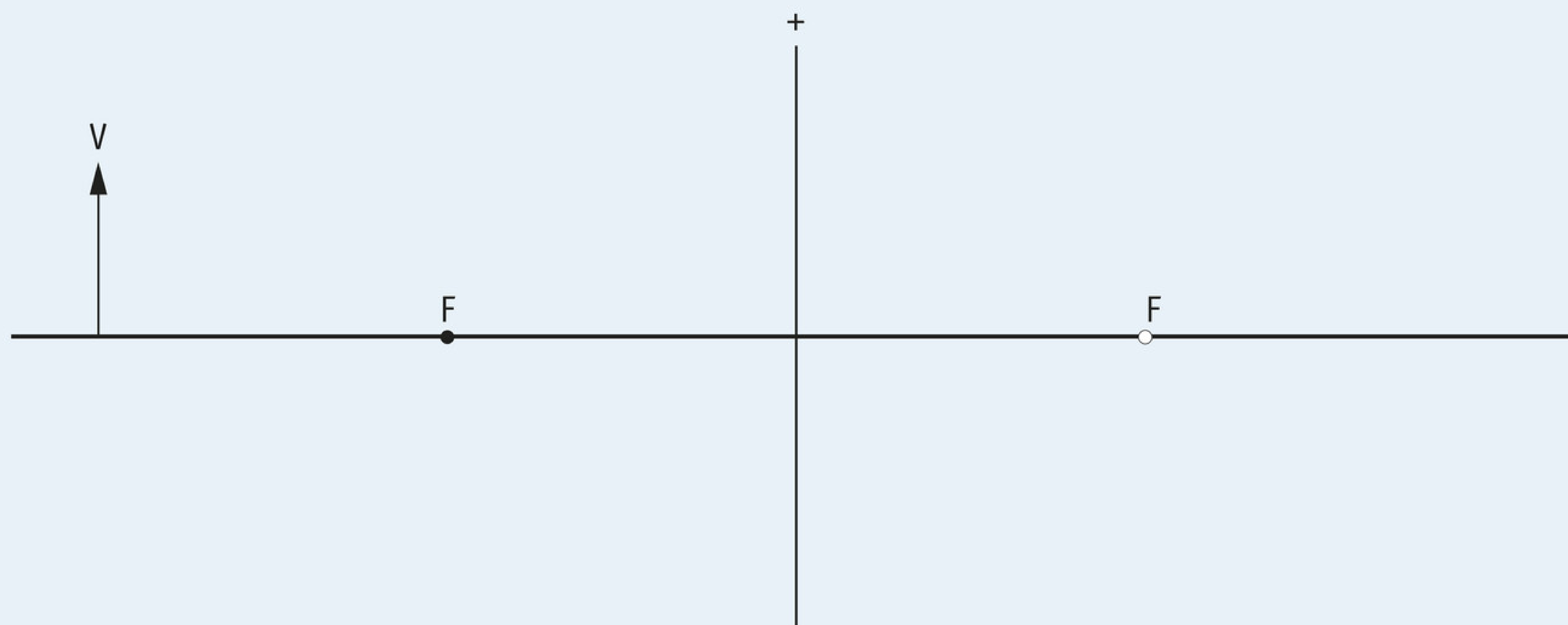
▲ **afbeelding 37**
lichtstraal 1

39 Teken in afbeelding 38 de lijn door het brandpunt die na breking evenwijdig aan de hoofdas loopt. Begin bij de punt van pijl V.



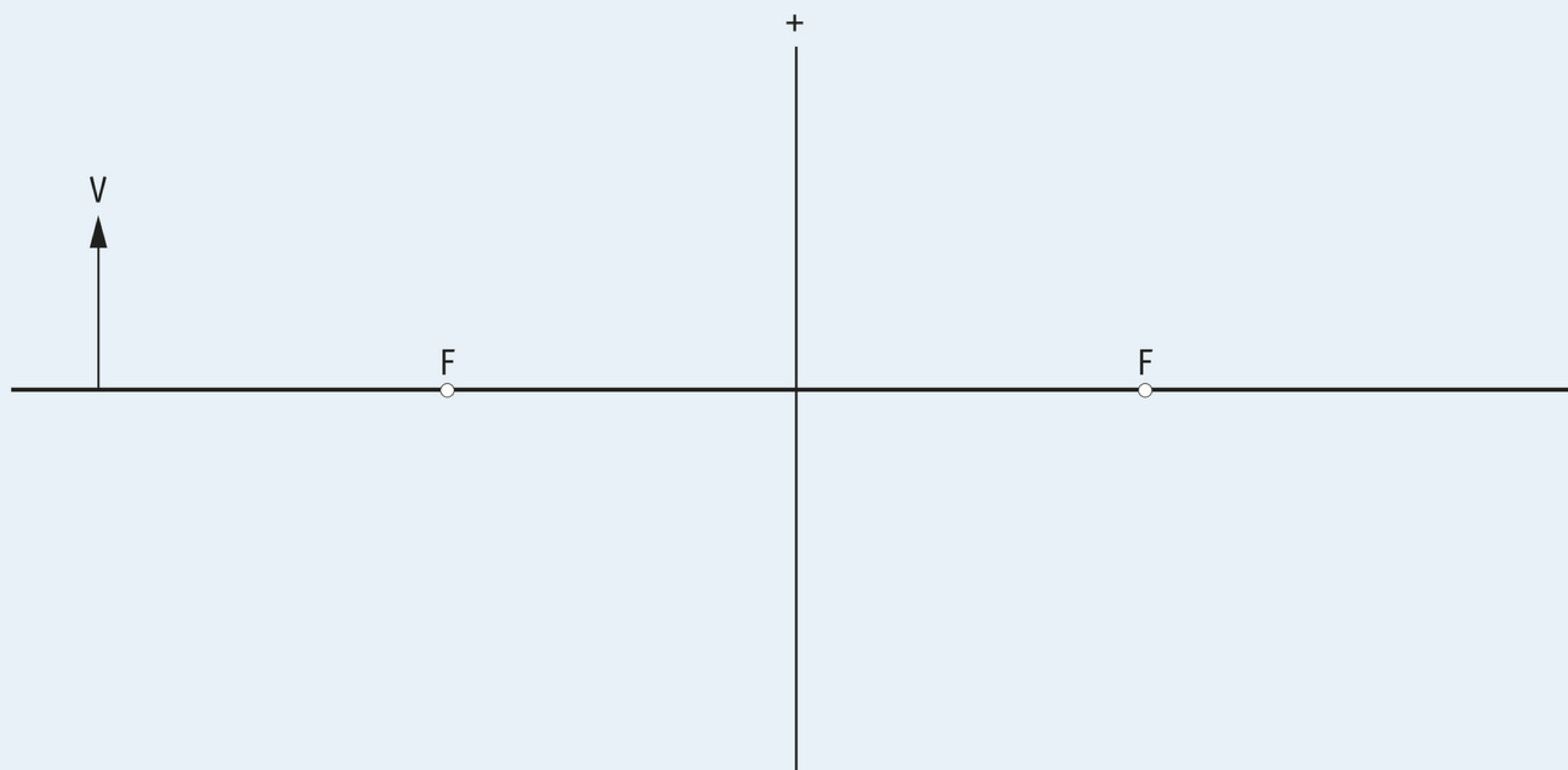
▲ **afbeelding 38**
lichtstraal 2

40 Teken in afbeelding 39 de lijn die door het midden van de lens loopt.



▲ **afbeelding 39**
lichtstraal 3

41 Teken de drie lijnen nu in één tekening (afbeelding 40).



▲ **afbeelding 40**
constructie van de drie belangrijke lichtstralen

42 Hoe gaan de drie lichtstralen die je in afbeelding 40 hebt geconstrueerd?
- ☐ A Ze gaan na de lens door één punt.
- ☐ B Ze gaan na de lens alle drie evenwijdig met de hoofdas.
- ☐ C Ze gaan na de lens uit elkaar.
- ☐ D Ze raken elkaar na de lens niet.

Een beeld construeren

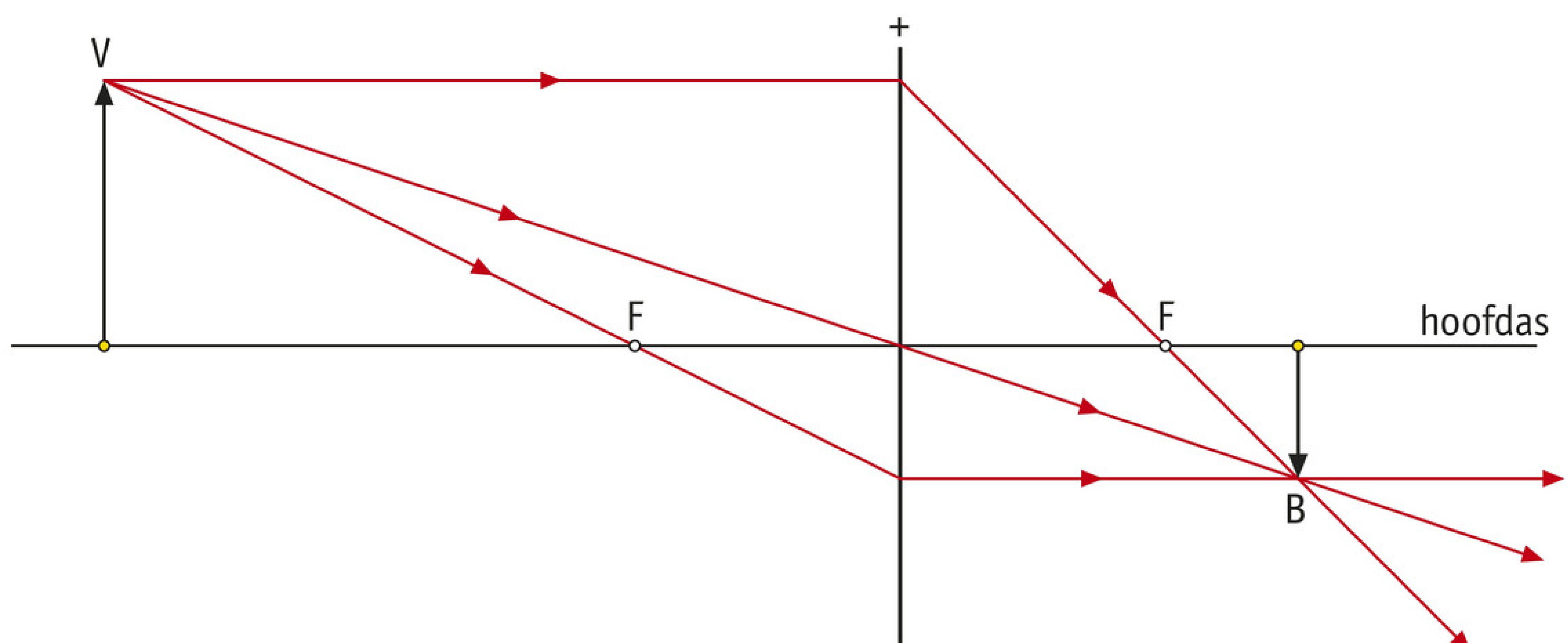
Met een lens kun je een beeld maken op een scherm. Bijvoorbeeld met een beamer, want daarin zit een lens. Het beeld is maar op één afstand echt scherp. Zet je het scherm verder weg of dichterbij, dan wordt het beeld vaag.

Je hebt geleerd hoe lichtstralen door een bolle lens gaan. Met die lichtstralen kun je het beeld op een scherm construeren. Zo kun je onderzoeken op welke afstand het beeld scherp zal zijn.

In de tekening gebruik je deze symbolen:
- brandpunt = F
- positieve (bolle) lens = +
- voorwerp = V
- beeld = B

Kijk naar afbeelding 41. Voor de bolle lens (+) staat een voorwerp (V). De afstand van het voorwerp (V) tot de lens heet de **voorwerps-afstand**.

Het brandpunt van de lens is aangegeven met F (links en rechts). De afstand van het brandpunt (F) tot de lens heet de brandpunts-afstand.



▲ **afbeelding 41**
Zo construeer je een beeld.

De drie lijnen die je hebt leren tekenen, zie je nu in één figuur. De lijnen komen samen in één punt. Dit is het **beeldpunt** (B). Het beeld van de pijl staat dus op zijn kop. Het beeld (de pijl rechts) is ook kleiner dan het voorwerp (de pijl links).

De afstand van het beeld (B) tot de lens heet de **beeldafstand**. Op deze afstand is het beeld scherp.

Opgaven

Gebruik voor het meten je geodriehoek of een liniaal.

43 Hoe groot is het voorwerp in afbeelding 41?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

44 Hoe groot is de voorwerps-afstand in afbeelding 41?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

45 Hoe groot is het beeld in afbeelding 41?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

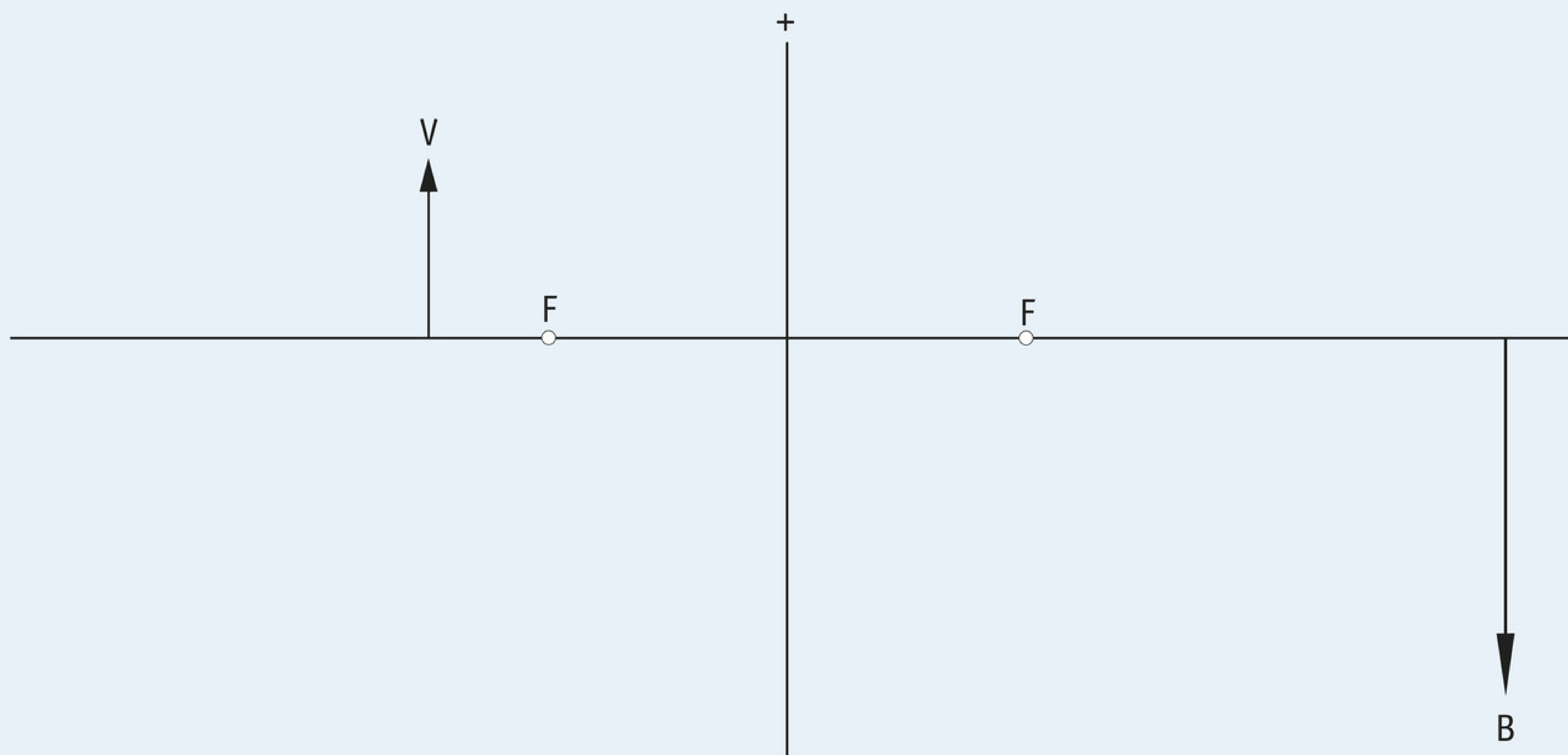
46 Hoe groot is de beeldafstand in afbeelding 41?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

47 Hoe groot is de brandpunts-afstand in afbeelding 41?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 40 mm

48 Het beeld is GROTER / KLEINER dan het voorwerp.

49 In welke richting wijzen de pijltjes van de lichtstralen?
- ☐ A De pijltjes wijzen van het beeld naar het voorwerp.
- ☐ B De pijltjes wijzen van het voorwerp naar het beeld.

50 In afbeelding 42 is V het voorwerp dat voor een positieve lens staat.
B is het beeld van het voorwerp op een scherm.
Construeer de drie lichtstralen.



▲ **afbeelding 42**
Construeer de drie lichtstralen.

51 Teken pijltjes in de lichtstralen om de richting van de lichtstralen aan te geven.

52 Hoe groot is het voorwerp in afbeelding 42?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 15 mm
- ☐ C 20 mm
- ☐ D 30 mm

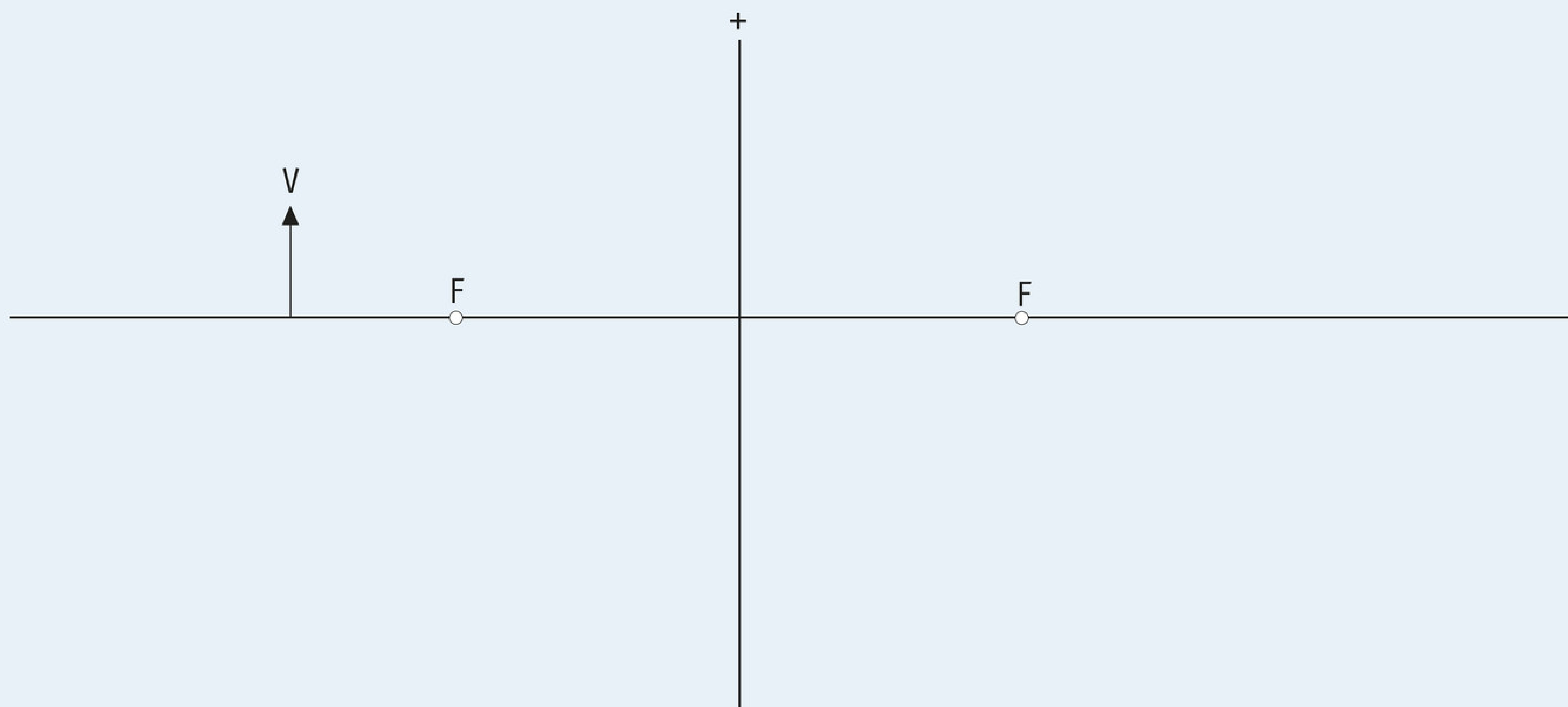
53 Hoe groot is het beeld in afbeelding 42?
- ☐ A 10 mm
- ☐ B 15 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 40 mm

54 Hoe groot is de voorwerps-afstand in afbeelding 42?
- ☐ A 15 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

55 Hoe groot is de beeldafstand in afbeelding 42?
- ☐ A 15 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 30 mm
- ☐ D 60 mm

56 Hoe groot is de brandpunts-afstand in afbeelding 42?
- ☐ A 15 mm
- ☐ B 20 mm
- ☐ C 40 mm
- ☐ D 60 mm

57 Construeer de drie lichtstralen in figuur 43.



▲ **afbeelding 43**
Construeer de drie lichtstralen en het beeld.

58 Gebruik bij deze opgave weer afbeelding 43.
a Teken in de afbeelding het beeld en zet er een B bij.
b Teken de pijltjes die de richting van de lichtstralen aangeven.

59 Hoe groot is het voorwerp in afbeelding 43? ____________

60 Hoe groot is het beeld in afbeelding 43? ____________

61 Hoe groot is de voorwerps-afstand in afbeelding 43? ____________

62 Hoe groot is de beeldafstand in afbeelding 43? ____________

63 Hoe groot is de brandpunts-afstand in afbeelding 43? ____________

Onthouden!

Om het beeld van een voorwerp te construeren, teken je drie lijnen:
- Lijn 1 is de lichtstraal evenwijdig aan de hoofdas en door het brandpunt (rechts).
- Lijn 2 is de lichtstraal door het brandpunt (links) en evenwijdig aan de hoofdas.
- Lijn 3 is de lichtstraal door het midden van de lens. Deze lijn gaat rechtdoor.

In de tekening gebruik je symbolen:
- brandpunt = F
- positieve (bolle) lens = +
- voorwerp = V
- beeld = B

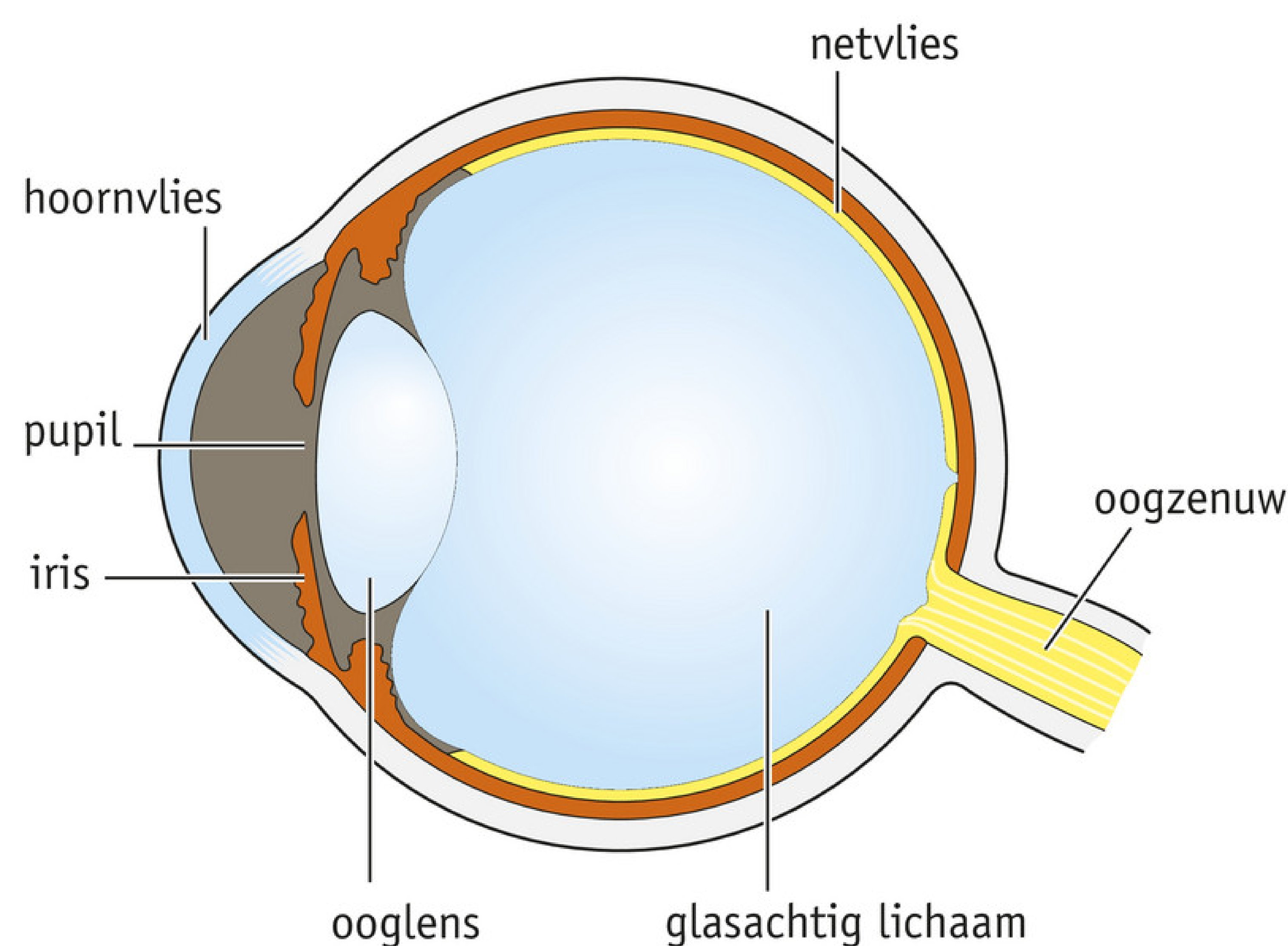
De afstand van het voorwerp (V) tot de lens is de voorwerps-afstand.
De afstand van het brandpunt (F) tot de lens is de brandpunts-afstand.
De afstand van het beeld (B) tot de lens is de beeldafstand.

5 Het oog

In je oog zit een lens. De lichtstralen van een voorwerp vallen door de lens in je oog. Daardoor kun je dingen zien.

De bouw van het oog

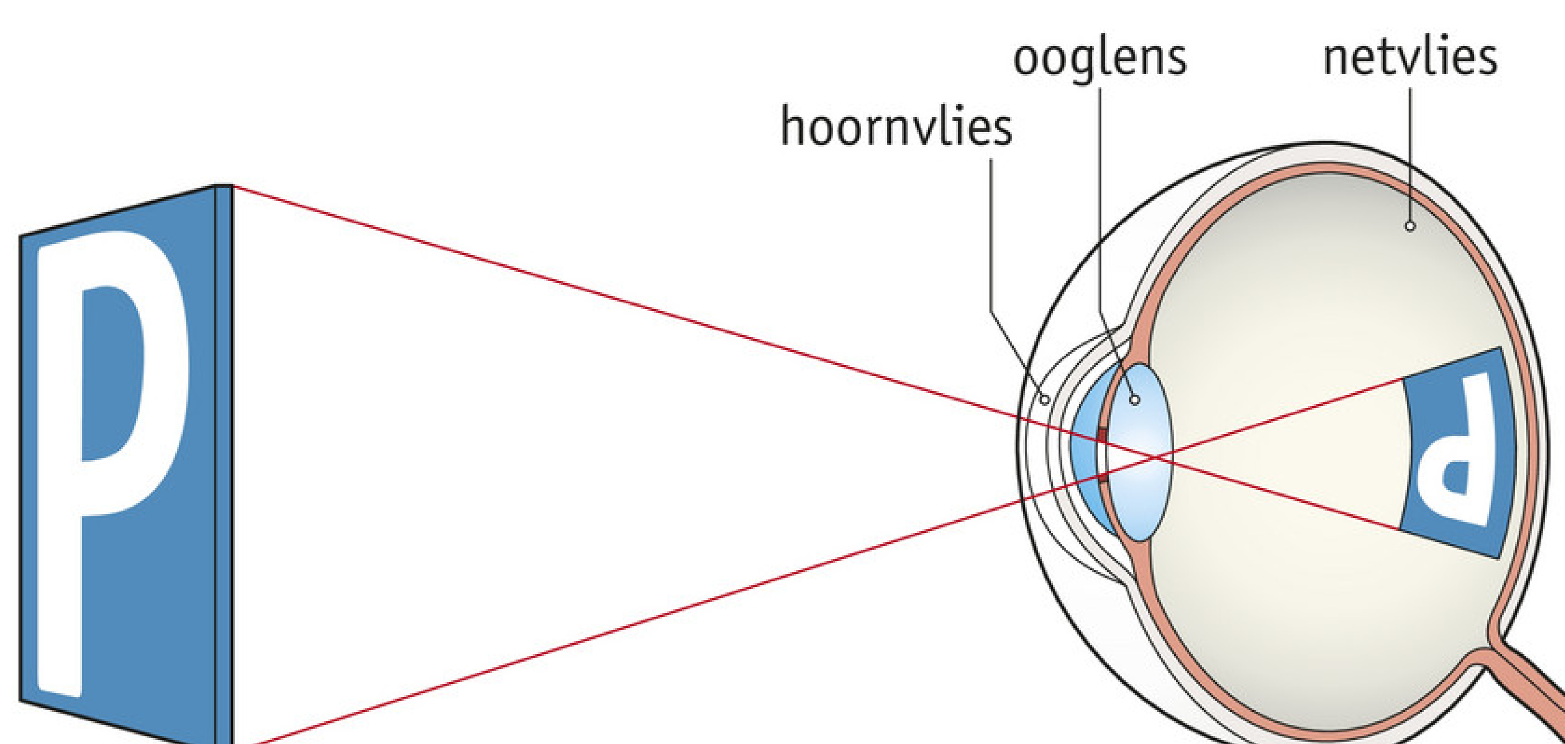
In afbeelding 44 zie je de doorsnede van een oog. Lichtstralen gaan eerst door het **hoornvlies**. Het licht gaat verder door de **pupil**. De pupil is een opening in de **iris**. De iris is meestal blauw of bruin, soms ook groen of een beetje grijs.



▲ **afbeelding 44**
de binnenkant van een oog

Na de pupil gaat het licht door de **ooglens**. De ooglens is een positieve (bolle) lens. Binnen in het oog zit het **glasachtig lichaam**, een doorzichtige bol. Ten slotte komt het licht op het **netvlies** achter in het oog. In het netvlies zitten **lichtgevoelige cellen**. Valt er licht op de lichtgevoelige cellen, dan maken de cellen een kleine elektrische stroom. Door de **oogzenuw** gaan deze stroompjes naar de hersenen. De **hersenen** vormen een beeld van wat je ziet.

In afbeelding 45 is getekend hoe je oog een beeld vormt van een parkeerbord. Het beeld op het netvlies is verkleind en staat op zijn kop. Ook links en rechts zijn omgekeerd.



▶ **afbeelding 45**
Zo vormt het oog een beeld.

Opgaven

64 In afbeelding 46 zie je de binnenkant van een oog. Zeven delen zijn genummerd.
Schrijf achter elk nummer de naam van dat deel.

1 = ______________________

2 = ______________________

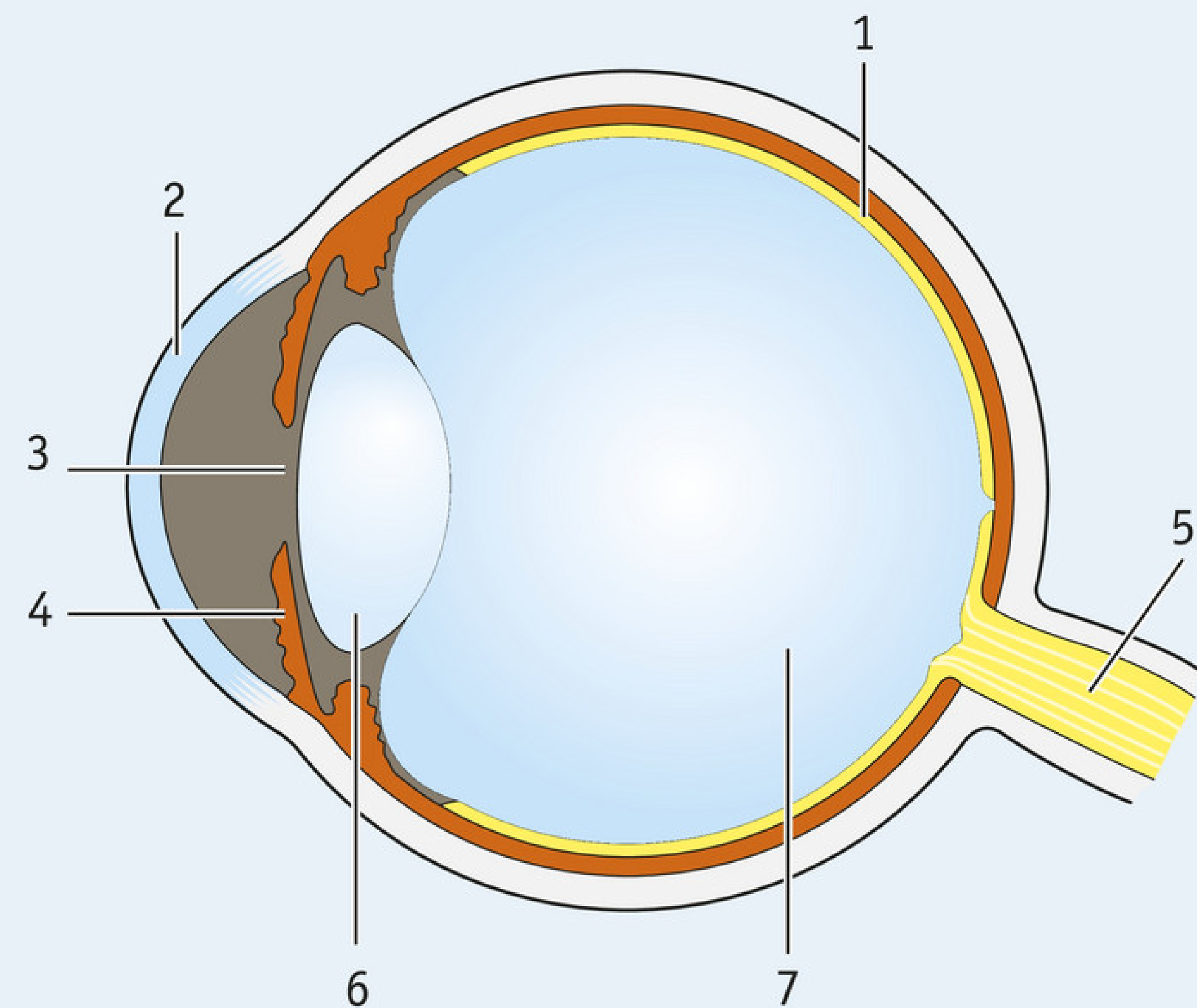
3 = ______________________

4 = ______________________

5 = ______________________

6 = ______________________

7 = ______________________



▲ **afbeelding 46**
het oog

65 Je zit in de klas en kijkt naar het bord. Je kunt de letters op het bord goed lezen.
Hoe ziet het beeld van de letters op het bord er in jouw ogen uit?
- In je ogen is het beeld van de letters VERKLEIND / VERGROOT.
- In je ogen staat het beeld van de letters RECHTOP / OMGEKEERD op je netvlies.
- In je ogen zijn links en rechts van de letters WEL / NIET verwisseld.

Licht en donker

De pupil regelt hoeveel licht in je oog komt. Soms is het licht, soms is het donker. Bij veel licht wordt de pupil klein. Daardoor komt er niet te veel licht in je oog. In het schemerdonker wordt de pupil groot. Daardoor kan er genoeg licht in je oog komen. Dit zie je in afbeelding 47.

De lichtgevoelige cellen op het netvlies zijn kwetsbaar. Door te veel fel licht gaan ze kapot. De lichtstralen van de zon zijn erg fel. Daarom moet je nooit recht in de zon kijken. De lichtgevoelige cellen kunnen dan verbranden en voor altijd kapotgaan.

▼ **afbeelding 47**
De pupil in je oog verandert door de hoeveelheid licht.



(a) veel licht, kleine pupil



(b) weinig licht, grote pupil

Proef 6 Grote en kleine pupillen

Wat je nodig hebt

☐ 1 spiegel

Uitvoering

- Kijk in de richting van het licht buiten of van de lampen in de klas.
- Houd de spiegel in één hand voor je.
- Houd de spiegel zo, dat je je pupillen goed kunt zien.

1 De pupillen van je ogen zijn KLEIN / GROOT.

- Kijk in de spiegel en tel langzaam tot tien.

2 Wat gebeurt er met je pupillen?
☐ A De pupillen worden klein.
☐ B De pupillen worden groot.
☐ C De pupillen veranderen niet.

Lees eerst de tekst hierna, zodat je weet wat je moet doen.

- Kijk in de spiegel.
- Leg je andere hand voor je ogen en doe je ogen dicht.
- Tel langzaam tot vijf.
- Haal je hand weg en doe je ogen open.
- Kijk direct goed naar je pupillen in de spiegel.
- Doe het zo vaak tot je de verandering van je pupillen goed kunt zien.

3 Wat gebeurt er met je pupillen meteen nadat je je ogen open doet?
☐ A Je pupillen zijn groot en blijven groot.
☐ B Je pupillen zijn groot en worden klein.
☐ C Je pupillen zijn klein en blijven klein.
☐ D Je pupillen zijn klein en worden groot.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

66 Hoe zien je pupillen eruit in een ruimte die goed verlicht is?
In een goed verlichte ruimte zijn je pupillen KLEIN / GROOT.

67 Hoe reageren je pupillen als je vanuit het donker een verlichte ruimte binnenkomt?
- ☐ A Je pupillen worden groter.
- ☐ B Je pupillen worden kleiner.
- ☐ C Je pupillen zijn klein en blijven klein.
- ☐ D Je pupillen zijn groot en blijven groot.

68 Hoe zien je pupillen eruit in het donker?
In het donker zijn je pupillen KLEIN / GROOT.

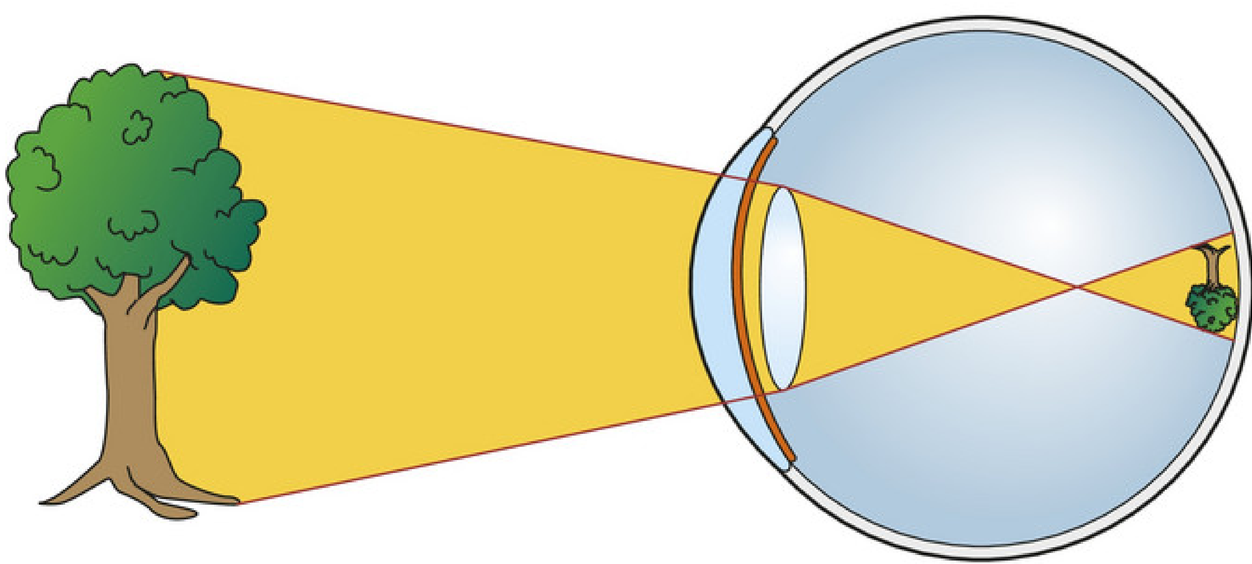
69 Hoe reageren je pupillen als in een verlichte ruimte het licht uitgaat?
- ☐ A Je pupillen worden groter.
- ☐ B Je pupillen worden kleiner.
- ☐ C Je pupillen zijn klein en blijven klein.
- ☐ D Je pupillen zijn groot en blijven groot.

Dichtbij en veraf

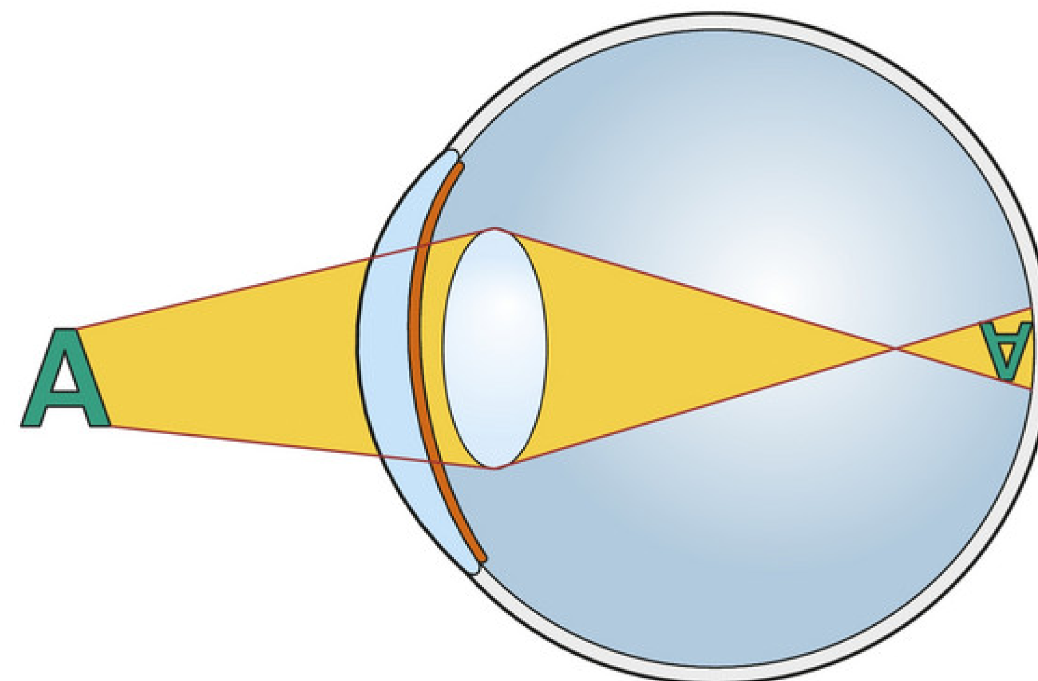
De ooglens is een positieve lens. Hij is dus bol. Maar de lens van je oog kan boller of platter worden. Kleine spiertjes in je oog trekken aan de lens. Dat de ooglens boller of platter wordt, noem je **accommoderen** (aanpassen).

Kijk naar afbeelding 48. Je ooglens wordt platter als je veraf goed wilt zien. De lens hoeft de lichtstralen niet sterk te breken. Je ooglens is nu een zwakke lens.

Kijk naar afbeelding 49. Om dichtbij goed te kunnen zien, wordt je ooglens boller. Hoe boller de lens, hoe sterker. De lens moet de lichtstralen sterk breken om een scherp beeld op je netvlies te maken.



▲ **afbeelding 48**
Om veraf goed te zien, wordt je ooglens platter.



▲ **afbeelding 49**
Om dichtbij goed te zien, wordt je ooglens boller.

Proef 7 Accommoderen van je oog

Voor deze proef heb je niets nodig.

Uitvoering
Lees eerst de tekst hieronder, zodat je weet wat je moet doen.
- Kijk naar het schoolbord of naar een punt dat veraf ligt.
- Strek je arm recht voor je uit en maak een vuist.
- Doe je duim omhoog.
- Kijk naar je duim en tel tot twee.
- Kijk weer naar het punt op het schoolbord en tel tot twee.
- Kijk nog eens twee tellen naar je duim en dan weer naar het schoolbord.
- Doe dat een keer of vijf.

Tijdens dit proefje voel je dat de lens van je oog iets doet. Je oog stelt zich telkens anders in. Je lens wordt platter en boller. Je hebt nu gevoeld hoe je ogen accommoderen.

Opgaven

70 Hoe noem je het als de dikte van je ooglens verandert? ______________________

71 Lees je een boek, dan zijn de letters VERAF / DICHTBIJ. Je ooglenzen zijn dan PLAT / BOL.

72 Je legt je boek neer en kijkt naar de wolken.
Je ooglenzen moeten dan WEL / NIET accommoderen.
Als je van je boek naar de wolken kijkt, worden je ooglenzen BOLLER / PLATTER.

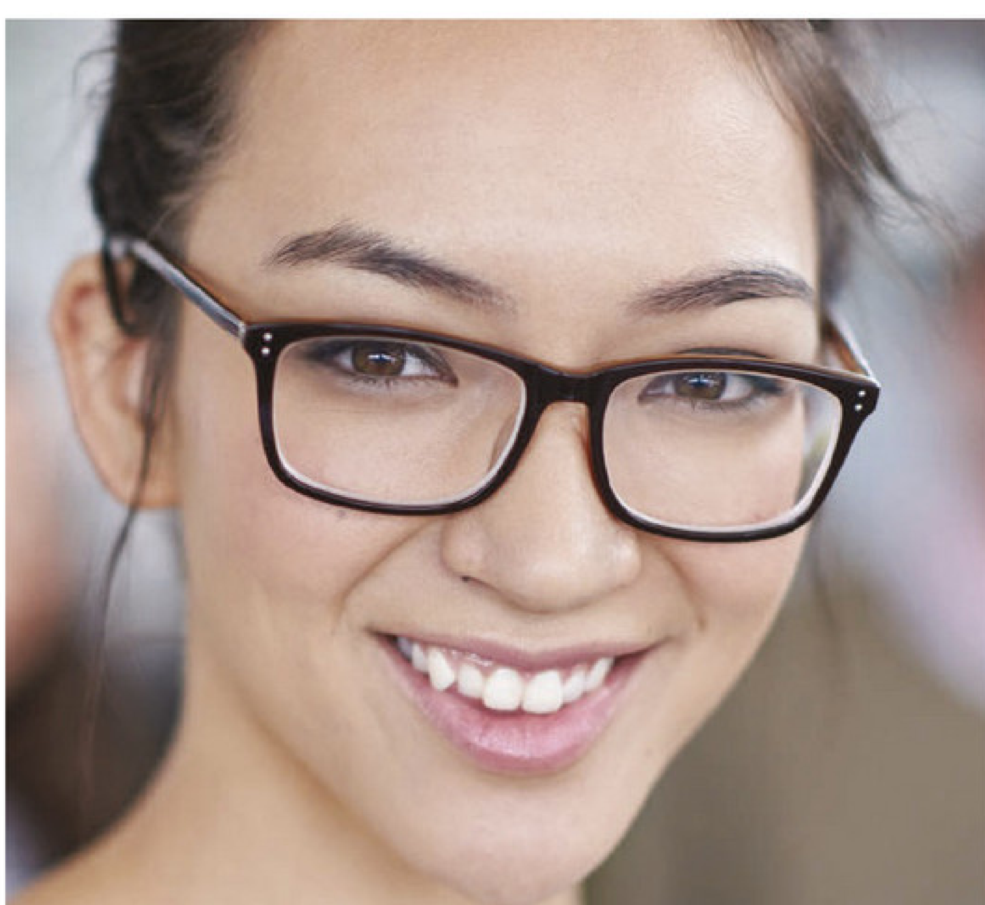
73 Marina leest bij heel weinig licht een boek.
De pupillen van de ogen van Marina zijn dan KLEIN / GROOT.

De ooglenzen van Marina zijn tijdens het lezen ______________.

+74 Wat is accommoderen?

____

____



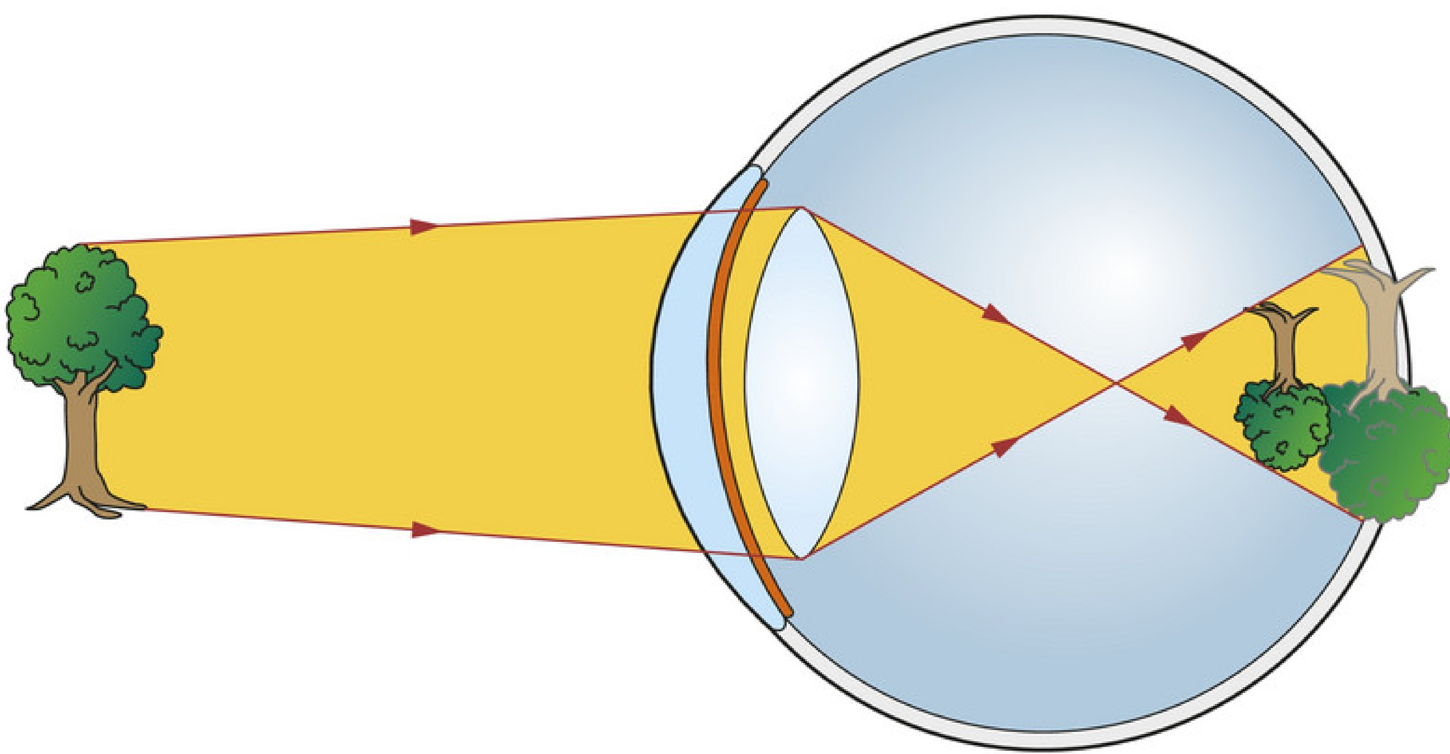
De bril

Zie je de dingen om je heen scherp, dan ben je **goedziend**. Maar veel mensen zien niet alles even scherp. Deze mensen hebben een bril nodig (afbeelding 50).

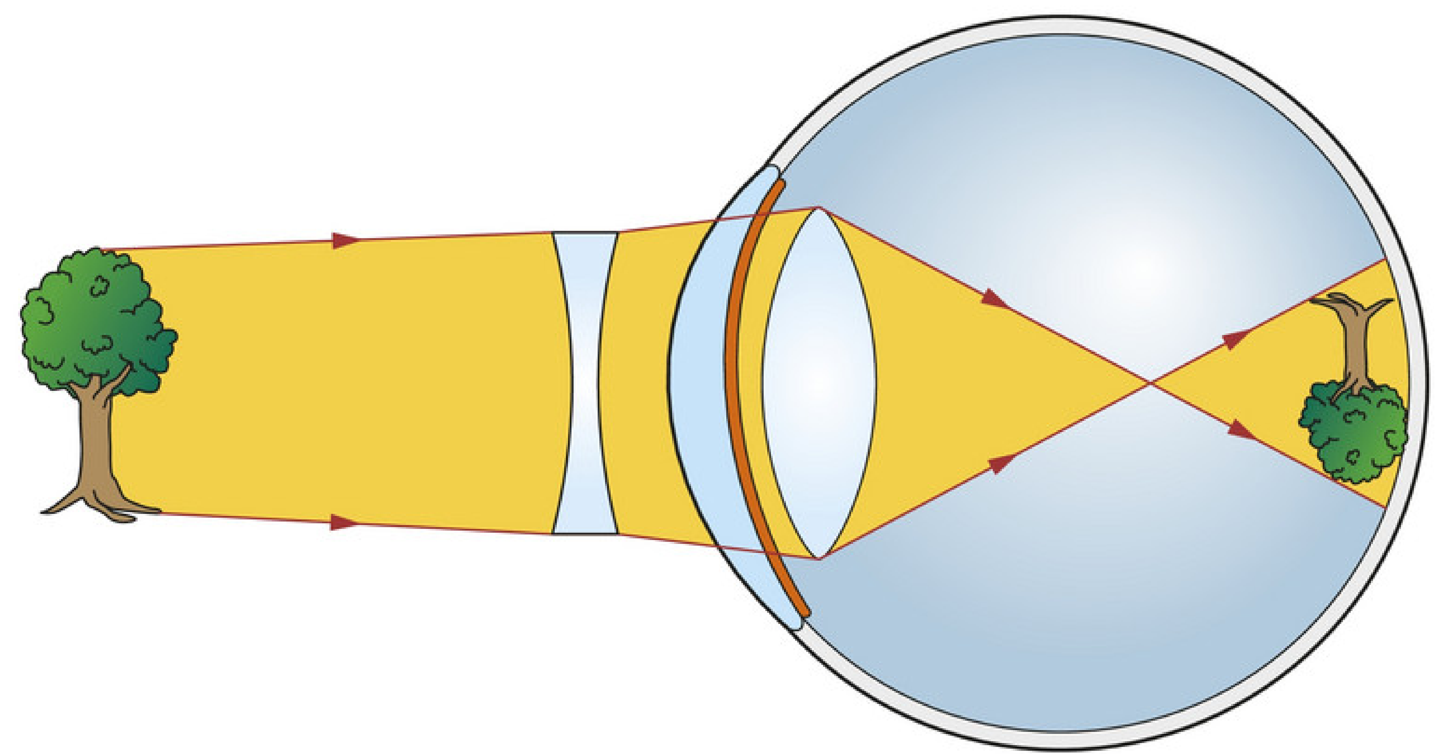
◀ **afbeelding 50**
Wie niet goed ziet, draagt een bril of lenzen.

Bijziend

Sommige mensen zijn **bijziend**. Zij zien de dingen dichtbij goed. Maar hun ooglenzen breken het licht te sterk. Daardoor zien ze een voorwerp in de verte niet scherp. Het beeld van dat voorwerp valt niet precies op het netvlies, maar net ervoor. Dit zie je in afbeelding 51. Het beeld op het netvlies is niet scherp.
Mensen die bijziend zijn, dragen een bril met **negatieve glazen**. Negatieve lenzen zijn holle lenzen. De holle lenzen zorgen voor minder sterke lichtbreking. Daardoor komt het beeld weer precies op het netvlies (afbeelding 52). Het beeld is dan scherp.



▲ **afbeelding 51**
Bijziend: het beeld van een voorwerp in de verte is niet scherp.

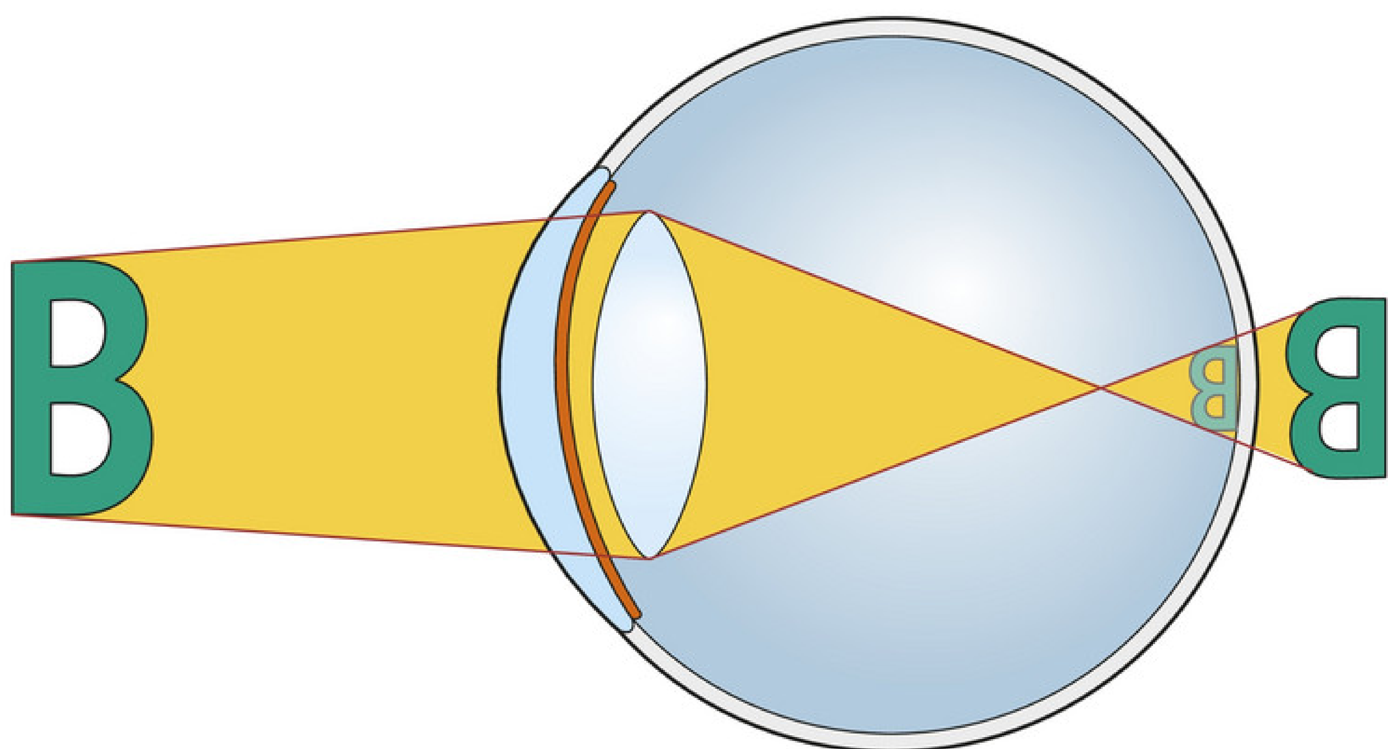


▲ **afbeelding 52**
De negatieve lens zorgt ervoor dat de boom scherp op het netvlies komt.

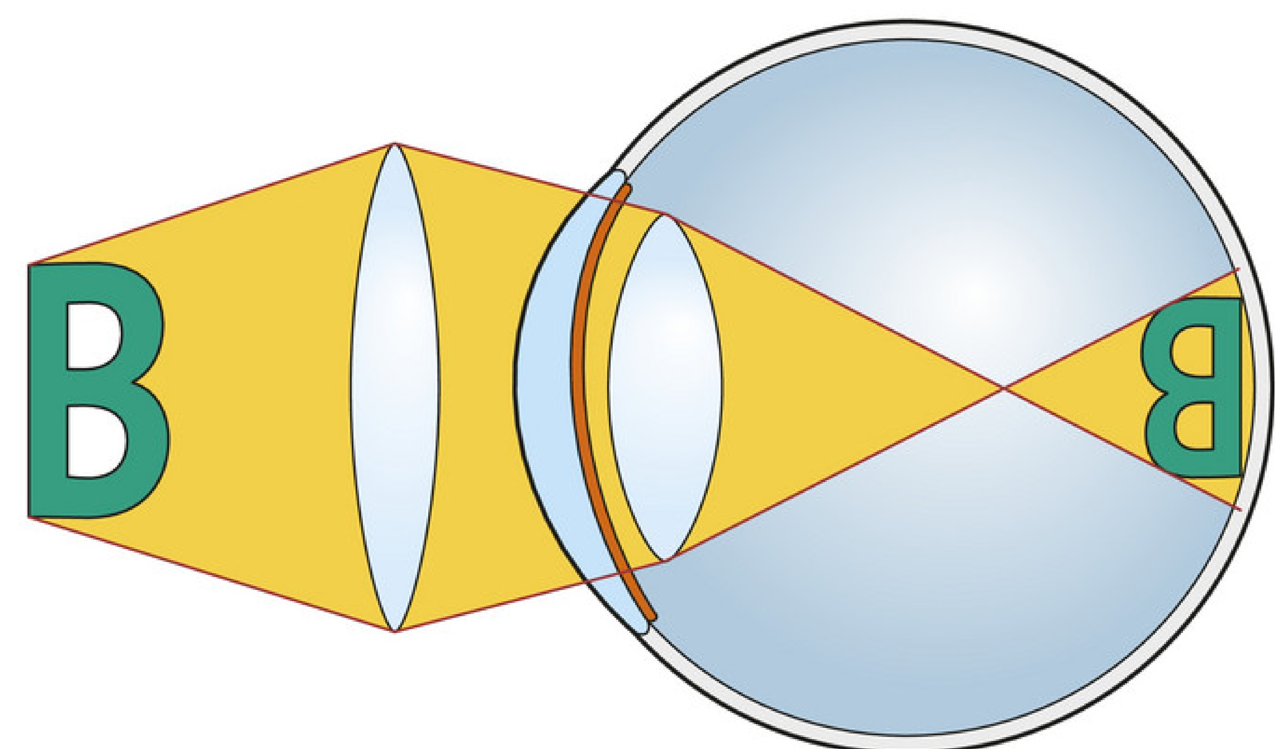
Verziend

Sommige mensen zijn **verziend**. Zij zien dingen ver weg scherp. Voorwerpen dichtbij kunnen ze niet goed zien. De ooglenzen breken het licht te zwak. Als ze lezen, zien ze de letters wazig. Het beeld van de letters valt niet precies op het netvlies, maar net erachter. Dit zie je in afbeelding 53.

Mensen die verziend zijn, dragen een bril met **positieve glazen**. Het beeld wordt dan naar voren gebracht. De bolle lenzen zorgen voor sterkere lichtbreking. Daardoor komt het beeld weer precies op het netvlies (afbeelding 54).



▲ **afbeelding 53**
Verziend: het beeld van een voorwerp dichtbij is niet scherp.



▲ **afbeelding 54**
De positieve lens zorgt ervoor dat de letter scherp op het netvlies komt.

Opgaven

75 Iemand die bijziend is, kan dichtbij GOED / SLECHT zien.

76 Mike kijkt naar de klok van de kerktoren en kan de wijzers niet goed zien.
Mike is BIJZIEND / VERZIEND.

77 Wat is iemand die een bril nodig heeft om goed te kunnen lezen?
Die persoon is BIJZIEND / VERZIEND.

78 José gaat naar de oogarts, omdat ze slecht ziet als ze een boek leest.
José krijgt een bril met POSITIEVE / NEGATIEVE lenzen.

+79 In welke bril zitten meestal geen lenzen?
- ☐ A in een bril om dichtbij goed te zien
- ☐ B in een bril om veraf goed te zien
- ☐ C in een leesbril
- ☐ D in een veiligheidsbril

+80 Hoe staan de letters van dit boek op het netvlies van je oog?

Het beeld van de letters staat ______________________________ op je netvlies.



▲ **afbeelding 55**
Contactlenzen doe je op je oog.

Contactlenzen

In plaats van een bril kun je **contactlenzen** dragen (afbeelding 55). Er zijn harde en zachte contactlenzen. Welke lenzen het best bij iemand passen, hangt af van de ogen en van wat iemand prettig vindt.

Lenzen zitten niet vast op het hoornvlies. Ze drijven op het traanvocht op de oogbol. Er moet altijd traanvocht zitten tussen de lens en het hoornvlies. Anders kan het hoornvlies kapotgaan. Mensen met lenzen gebruiken daarom vaak oogdruppels. Daarmee houden ze hun ogen vochtig.

Contactlenzen werken op dezelfde manier als brillenglazen. Maar aan contactlenzen kun je niet zien of de lenzen positief of negatief zijn.

Als je leerling bent in het vak metaal, moet je oppassen met contactlenzen. Bij elektrisch lassen ontstaan vonken en komt onzichtbare straling vrij. Daardoor kunnen de lenzen vastplakken aan het hoornvlies. Het hoornvlies gaat dan voor altijd kapot als je de lenzen uit je ogen haalt. Je kunt blind worden.

Als je lenzen draagt, ga dan nooit zonder veiligheidsbril kijken bij lassen of bij andere dingen waarbij vonken ontstaan. Moet je zelf lassen, doe dan je lenzen uit en zet je bril op. Draag daar overheen een goede lasbril.

Opgaven

81 Contactlenzen zitten WEL / NIET vast op het netvlies.

82 Welke twee soorten contactlenzen zijn er?

____

83 Hoe zit een contactlens op het oog?
- ☐ A De contactlens drijft op traanvocht op het hoornvlies.
- ☐ B De contactlens drijft op traanvocht op het netvlies.
- ☐ C De contactlens ligt direct op het hoornvlies.
- ☐ D De contactlens ligt direct op het netvlies.

84 John is elektrisch lasser. Hij gaat naar de oogarts, omdat hij slechter gaat zien.
Waarom mag John van de oogarts geen contactlenzen dragen?
- ☐ A Contactlenzen springen stuk tijdens het lassen.
- ☐ B Contactlenzen zijn gevaarlijk tijdens het werk dat John doet.
- ☐ C Door contactlenzen ziet John minder goed dan door een bril.
- ☐ D Een oogarts schrijft geen contactlenzen voor, alleen brillenglazen.

85 De contactlenzen van Sara zijn negatief. Sara moet haar lenzen dragen om het verkeer goed te zien.
Waarom moet Sara op de scooter haar contactlenzen in hebben?
Sara is VERZIEND / BIJZIEND, dus haar ooglenzen zijn te BOL / PLAT.
Sara kan zonder lenzen de borden langs de weg WEL / NIET goed lezen.

+86 Alexander is lasser. Hij is verziend. Tijdens het lassen gebruikt hij een beschermkap. In de beschermkap zit zwart veiligheidsglas. Dat glas dimt de felle lasvlam en beschermt de ogen tegen opspattende vonken.
- **a** Alexander mag tijdens zijn werk WEL / GEEN contactlenzen in hebben.
- **b** Onder de beschermkap mag Alexander WEL / NIET een bril dragen.
- **c** Leg uit waarom je jouw antwoord bij vraag a hebt gegeven.

____

____

____

____

Werken in een brillenwinkel

Opleiding medewerker optiek

Ilana werkt in een brillenwinkel (optiek). Ze helpt de klanten om een leuke bril uit te zoeken. Ze vertelt over de verschillende soorten glazen en de prijzen. Ilana heeft de mbo-opleiding voor medewerker optiek gedaan. Bij die opleiding leer je ook om kapotte brillen te repareren en nieuwe brillen klaar te maken voor de klant. Je leert hoe een bril in elkaar zit. Ook leer je werken met verschillende gereedschappen.

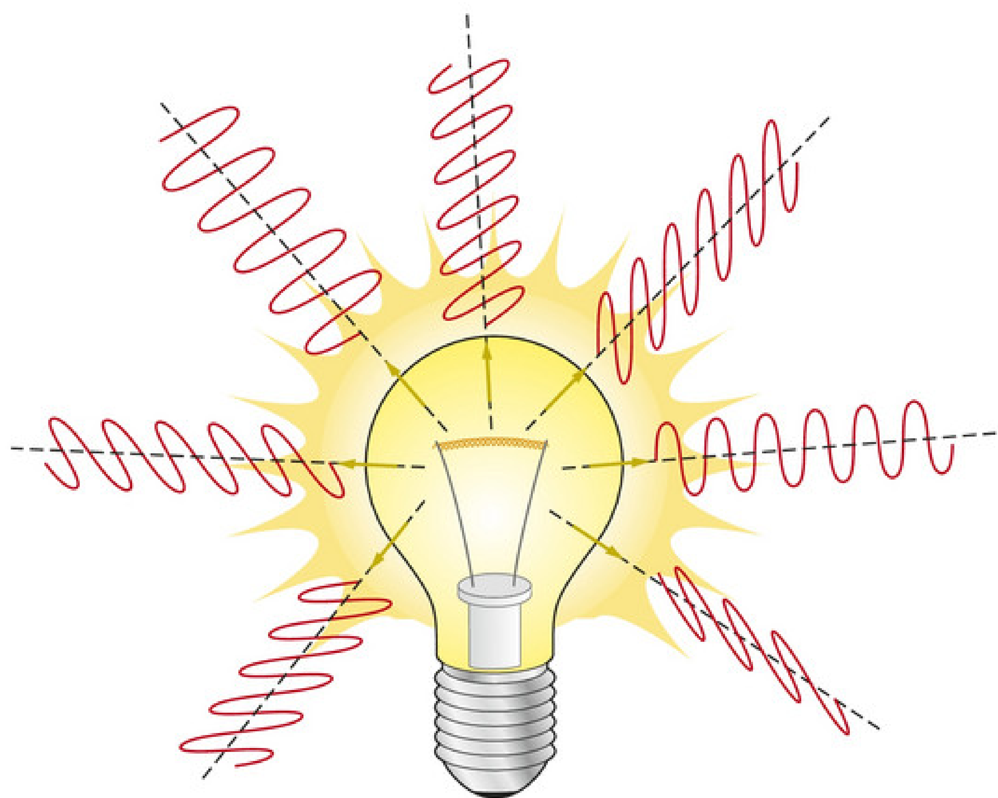


▲ **afbeelding 56**
Ilana werkt in een optiek.

Onthouden!

De pupil regelt de hoeveelheid licht die in het oog komt.
De ooglens is een bolle lens.
Accommoderen is de ooglens boller of platter maken om scherp te zien.
Door accommoderen kun je veraf en dichtbij goed zien.
De ooglens is bol als je kijkt naar iets dichtbij.
De ooglens is platter als je kijkt naar iets ver weg.
Een bijziend iemand ziet dichtbij goed en veraf slecht.
Een bijziend iemand draagt een bril met negatieve lenzen.
Een verziend iemand ziet veraf goed en dichtbij slecht.
Een verziend iemand draagt een bril met positieve lenzen.
Contactlenzen werken op dezelfde manier als brillenglazen.
Er zijn harde en zachte contactlenzen.
Elektrische vonken en straling zijn gevaarlijk als je contactlenzen draagt.

6 Licht als golfbeweging



▲ **afbeelding 57**
Een lichtbron zendt naar alle kanten lichtgolven uit.

Licht heeft de beweging van een golf. Net als watergolven gaan lichtgolven op en neer. Een lichtgolf is kleiner dan een duizendste van een millimeter (mm).

Lichtgolven

Lichtstralen hebben een golfbeweging. De **lichtgolven** gaan alle kanten uit. Niet alleen op en neer, zoals watergolven, maar ook naar links en rechts (afbeelding 57).

Licht gaat door lucht, door water en zelfs door vacuüm (luchtledig). Lichtgolven kunnen dus bewegen in lucht, maar ook in water en in vacuüm.

Opgaven

87 Wat voor beweging hebben lichtstralen?

Lichtstralen hebben een ____.

88 Hoe bewegen lichtgolven?

- ☐ A Lichtgolven bewegen één kant op.
- ☐ B Lichtgolven bewegen alleen van boven naar beneden.
- ☐ C Lichtstralen bewegen alleen van links naar rechts.
- ☐ D Lichtstralen bewegen alle kanten op.

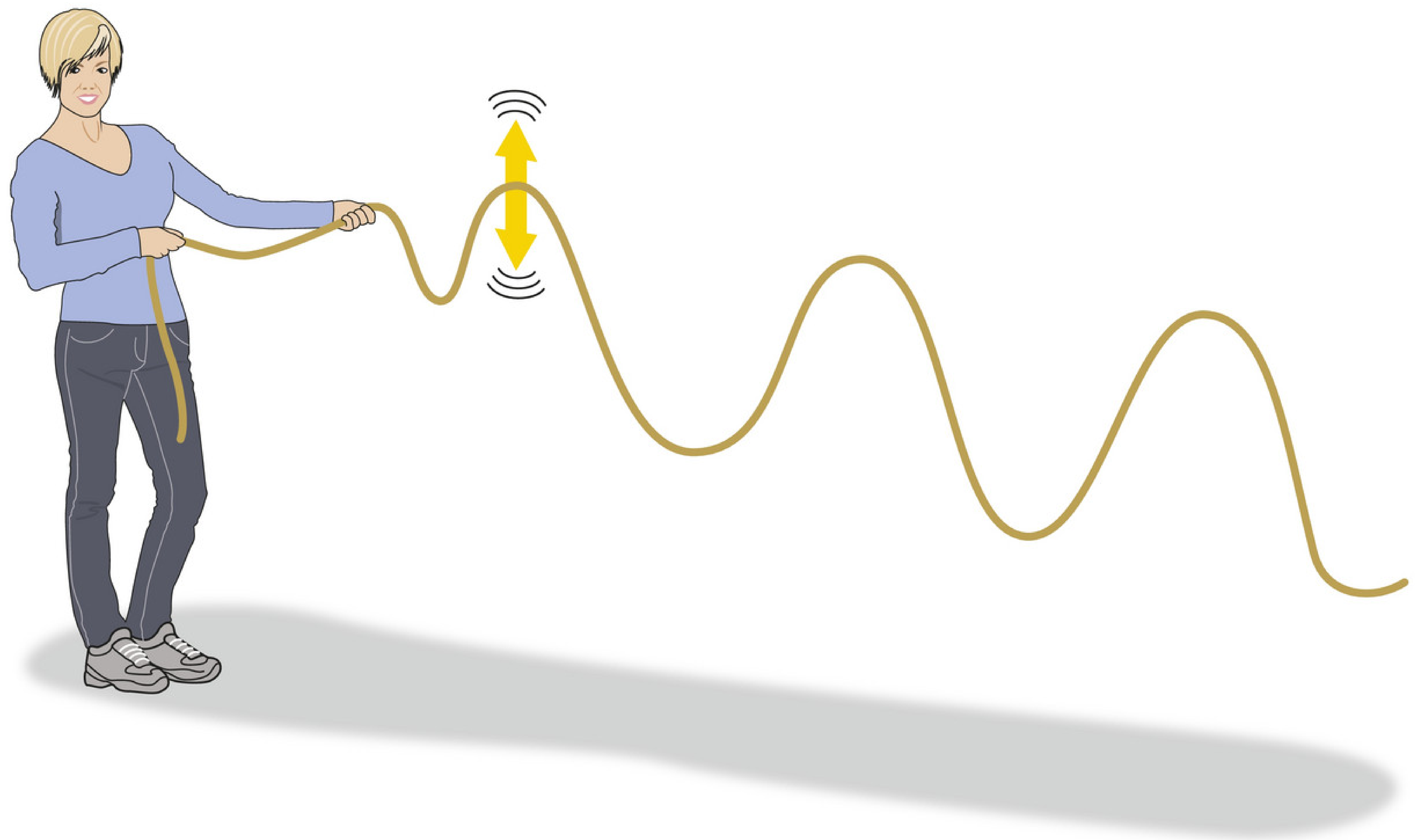
+89 Door welke stoffen gaan lichtstralen?
Zet in tabel 1 bij elke stof een kruisje in de goede kolom.

▼ **tabel 1** Laat de stof wel of geen lichtstralen door?

stof	wel	niet
beton		
glas		
hout		
lucht		
steen		
vacuüm (luchtledig)		
water		

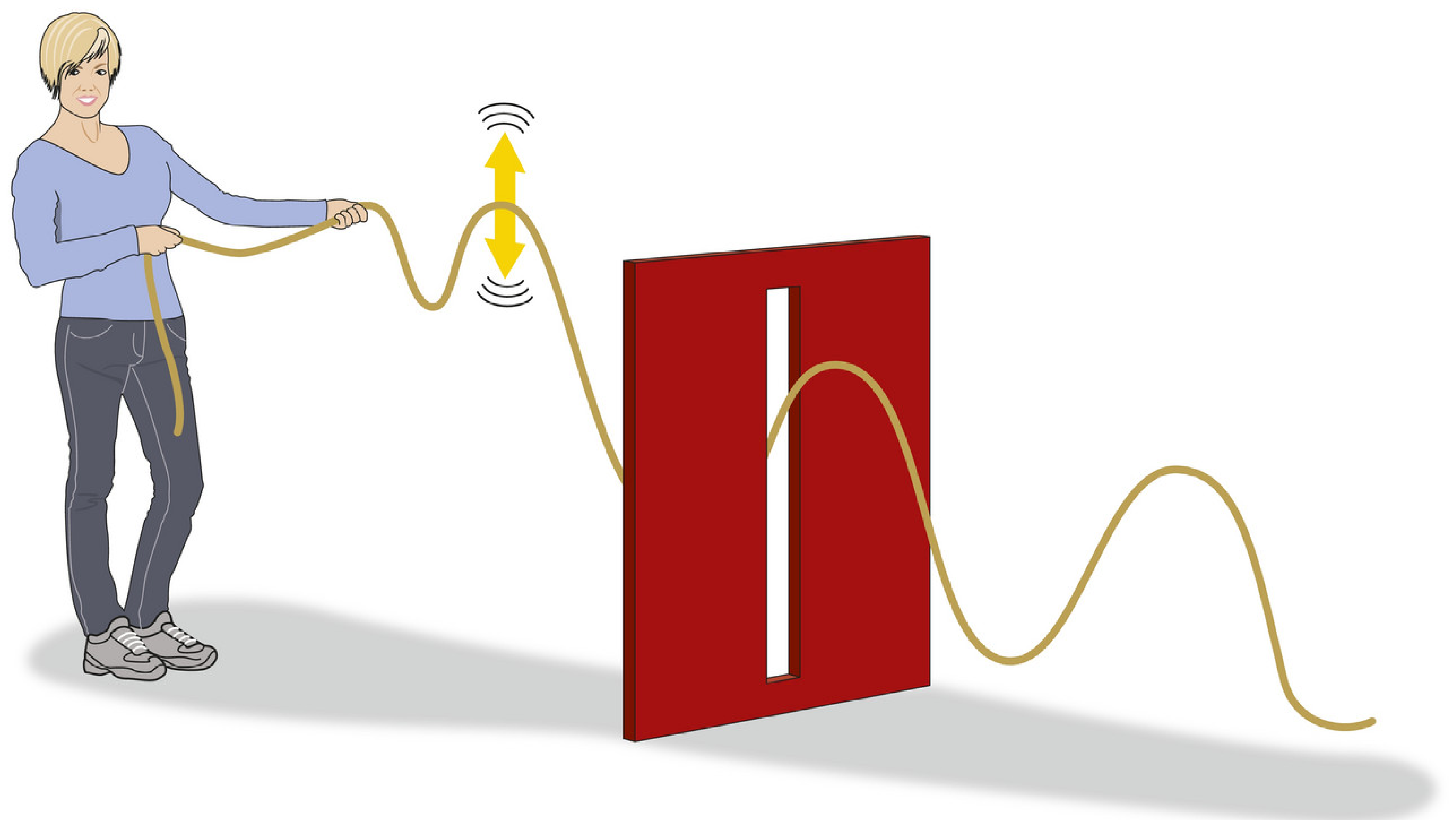
Polarisatie-filter

Kijk naar afbeelding 58. Het meisje laat een touw op en neer bewegen. Het touw heeft een golfbeweging.



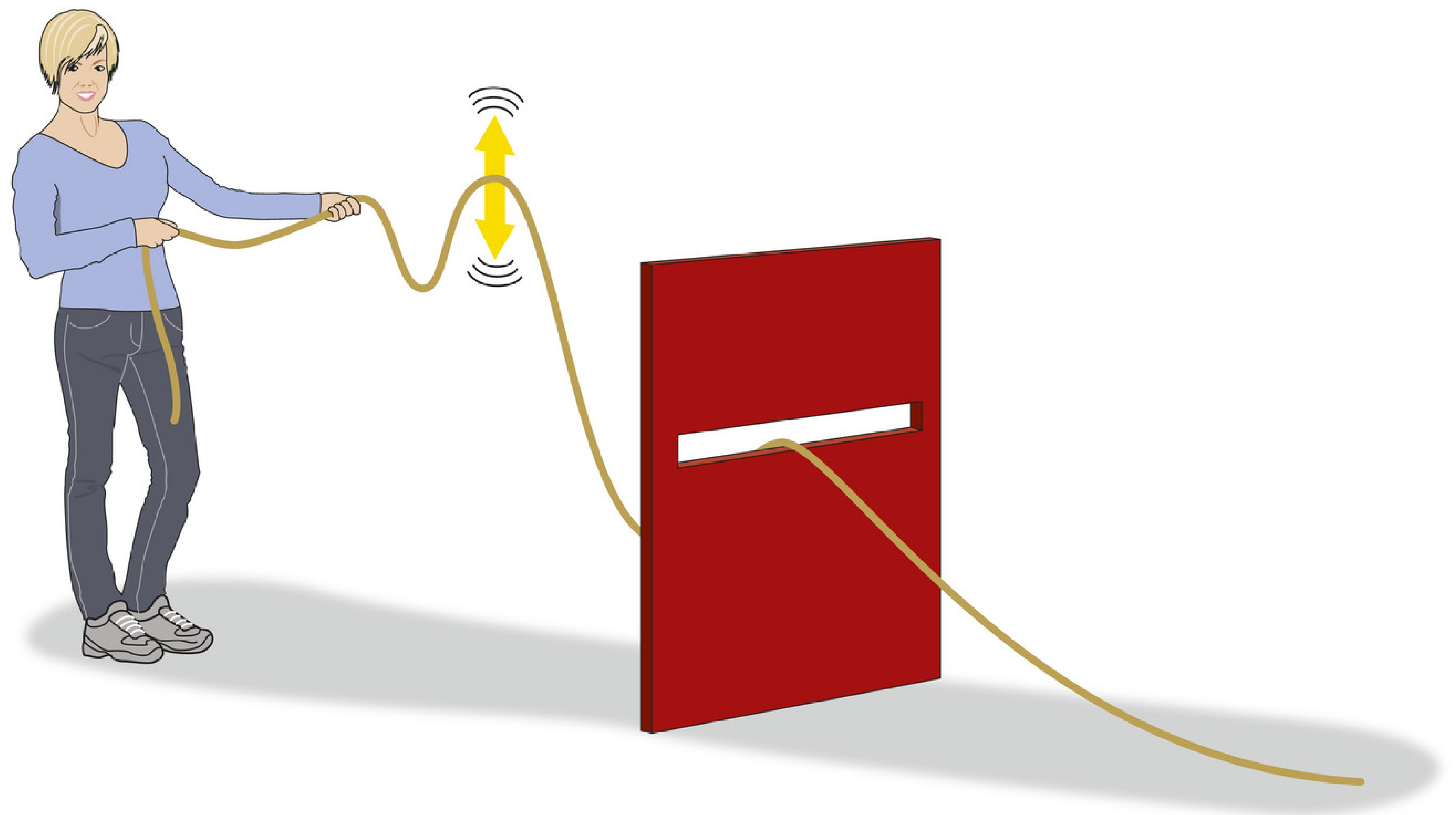
▲ **afbeelding 58**
een golfbeweging op en neer

Het meisje gaat nu voor een plaat staan (afbeelding 59). In de plaat zit een opening. De opening loopt van boven naar beneden (verticaal). Het touw kan nog steeds een golfbeweging maken.



▲ **afbeelding 59**
De golfbeweging gaat door de opening.

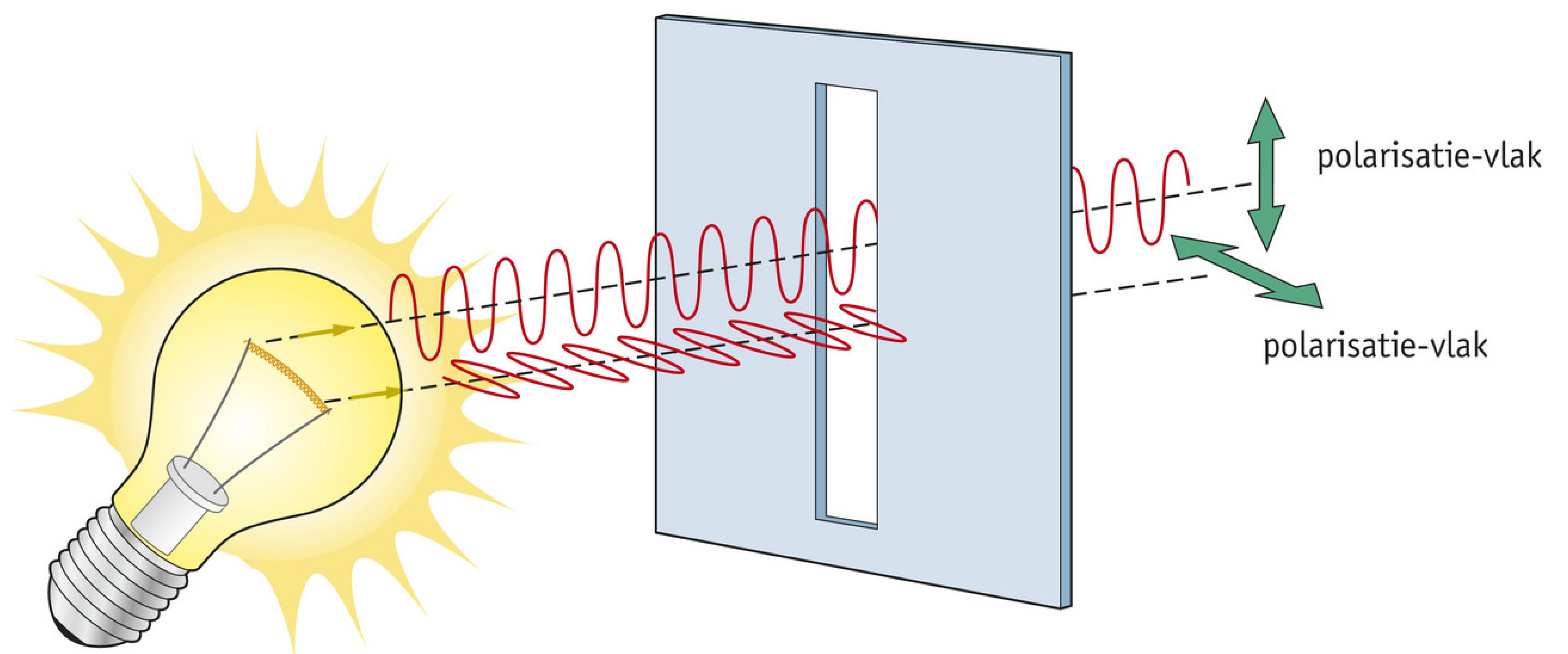
Het meisje gaat voor een andere plaat staan. Ook in deze plaat zit een opening, maar nu van links naar rechts (horizontaal). De golfbeweging van het touw kan niet door de opening (afbeelding 60). De golfbeweging stopt bij de plaat.



▲ **afbeelding 60**
De golfbeweging stopt bij de plaat.

Met lichtgolven gebeurt hetzelfde. In afbeelding 61 zie je een lichtbron en een plaat met een opening. In het echt is dit natuurlijk veel kleiner! De lichtgolven gaan op en neer, maar ook van links naar rechts. Alleen de golfbeweging op en neer kan door de opening in de plaat.

Zo'n plaat voor licht heet een **polarisatie-filter**. Een polarisatie-filter laat sommige lichtgolven door en andere niet. Dit verschijnsel heet **polariseren**.



▲ **afbeelding 61**
een polarisatie-filter

Proef 8 Polarisatie-filters

Wat je nodig hebt

☐ 2 polarisatie-filters

Uitvoering

- Pak een polarisatie-filter.
- Kijk door het filter naar het licht, bijvoorbeeld naar buiten of naar een lamp.

1 Wat zie je als je door een polarisatie-filter kijkt?
☐ A Alles wat je door het filter ziet, blijft even licht.
☐ B Alles wat je door het filter ziet, wordt donkerder.
☐ C Alles wat je door het filter ziet, wordt lichter.

2 Wat doet een polarisatie-filter?
☐ A Een polarisatie-filter houdt een deel van het licht tegen.
☐ B Een polarisatie-filter laat al het licht door.
☐ C Een polarisatie-filter versterkt het licht.

3 Het licht uit een polarisatie-filter is WEL / NIET gepolariseerd.

- Draai het polarisatie-filter voorzichtig rond.
- Blijf door het filter kijken terwijl je draait.
Door het draaien wordt het licht telkens in een andere richting gepolariseerd.

4 Wat gebeurt er met het licht als je het filter draait?
☐ A Er komt steeds meer licht door het filter.
☐ B Er komt steeds evenveel licht door het filter.
☐ C Er komt steeds minder licht door het filter.

- Leg de twee polarisatie-filters op elkaar en kijk erdoor naar een lamp of naar buiten.
- Houd de filters op elkaar en draai langzaam één filter rond.

5 Wat zie je gebeuren als je een van de filters rond draait?
☐ A Er gebeurt niets.
☐ B Soms liggen de filters zo op elkaar dat je er niets meer door kunt zien.

- Leg de filters zo op elkaar dat je er niets meer door kunt zien.
- Draai een van de filters langzaam een stukje rechtsom.

6 Wat zie je door de filters als je ze over elkaar laat draaien?
☐ A De filters laten nog steeds geen licht door.
☐ B De filters laten steeds meer licht door.

- Draai de filters zo, dat je het meeste licht ziet.
- Draai weer een van de filters langzaam rond.

7 Wat zie je nu door de filters?
- ☐ A De filters laten evenveel licht door.
- ☐ B De filters laten steeds minder licht door.

- Leg de filters zo op elkaar dat ze geen licht doorlaten.
- Draai een van de filters een paar keer helemaal rond.

8 Wat gebeurt er met de lichtsterkte, als je een van de filters rond blijft draaien?
- ☐ A De sterkte van het licht blijft in elke stand gelijk.
- ☐ B Het licht wordt afwisselend sterker en zwakker.

- Ruim alles netjes op.

De zonnebril

Een zonnebril beschermt je ogen tegen fel zonlicht. De glazen van een zonnebril zijn donker. Daardoor komt er weinig licht in je ogen. Je pupillen zijn groot.

Je wilt dat een zonnebril fel licht tegenhoudt. Maar niet al het licht, want dan zou je niets meer zien. Fel licht komt direct van de zon, maar ook van spiegelende oppervlakken. Bijvoorbeeld een plas water of een autoruit (afbeelding 62).

Die spiegelende oppervlakken zijn meestal horizontaal. Ze weerspiegelen vooral horizontale lichtgolven. Die lichtgolven wil je dus tegenhouden. Dat kan met een polarisatie-filter. In de glazen van een goede zonnebril zit daarom een polarisatie-filter. Zulke glazen heten **polaroid**-glazen. De glazen houden horizontale lichtgolven tegen, en laten verticale lichtgolven door. Zo filteren ze het felste licht weg (afbeelding 63).



▲ **afbeelding 62**
Een autoruit weerspiegelt fel zonlicht.



▲ **afbeelding 63**
dezelfde autoruit als in afbeelding 62, maar dan gezien door polaroid-glazen

Opgaven

90 Welk polarisatie-filter laat horizontale lichtgolven door?
- ☐ A een polarisatie-filter met horizontale spleten
- ☐ B een polarisatie-filter met verticale spleten
- ☐ C een polarisatie-filter zonder spleten

91 Welk polarisatie-filter houdt verticale lichtgolven tegen?
- ☐ A een polarisatie-filter met horizontale spleten
- ☐ B een polarisatie-filter met verticale spleten
- ☐ C een polarisatie-filter zonder spleten

+92 Wat is een goede zonnebril?
- ☐ A een donkere bril die je ook als lasbril kunt gebruiken
- ☐ B een zonnebril die alle lichtstralen tegenhoudt
- ☐ C een zonnebril die felle lichtstralen tegenhoudt
- ☐ D een zonnebril die warmtestraling tegenhoudt

Onthouden!

Licht heeft een golfbeweging.
De golfbeweging van licht gaat alle kanten op.
Lichtgolven gaan door lucht, water, doorzichtige materialen en vacuüm.
Een polarisatie-filter laat alleen lichtgolven door in dezelfde richting als de opening.
Polaroid-glazen in een zonnebril houden de horizontale lichtgolven tegen.

7 Fotograferen



▲ **afbeelding 64**
een selfie maken met je smartphone

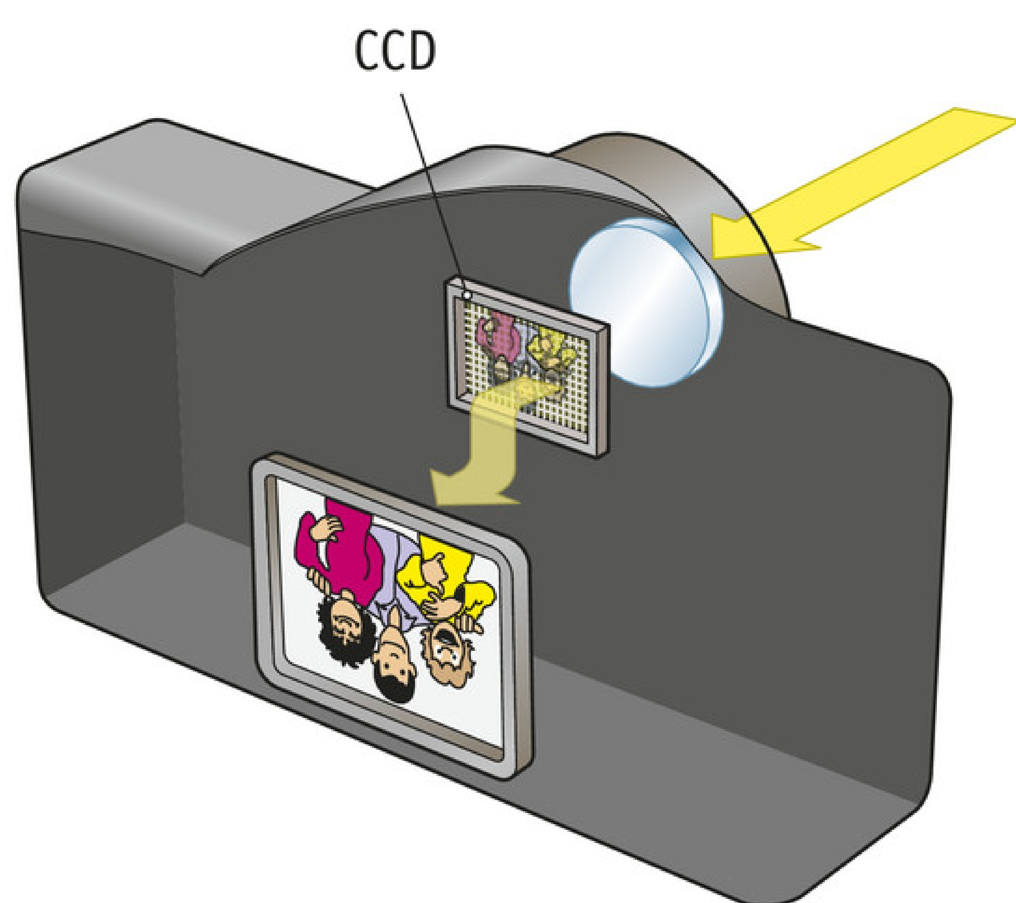
Met een fotocamera, smartphone of tablet kun je fotograferen (foto's maken). Je hebt altijd een lens nodig om een foto te maken.

De lens van een fotocamera

Aan de voorkant van een camera zit een lens. Dit is een positieve (bolle) lens. De lichtstralen gaan door de lens de camera in.

De lens in een camera werkt net als je ooglens. Alleen heeft een camera geen netvlies, maar een lichtgevoelig plaatje. Op dat lichtgevoelige plaatje komt het beeld. Het beeld is verkleind en staat op zijn kop, net als in je oog.

Ook in je smartphone zit een lens. Vaak zelfs twee: één aan de achterkant en één aan de voorkant. Daarmee kun je nog gemakkelijker een selfie maken (afbeelding 64). In een laptop of tablet zit de lens midden boven het scherm. Je kunt dan zien met wie je chat, of snel een foto van jezelf sturen.



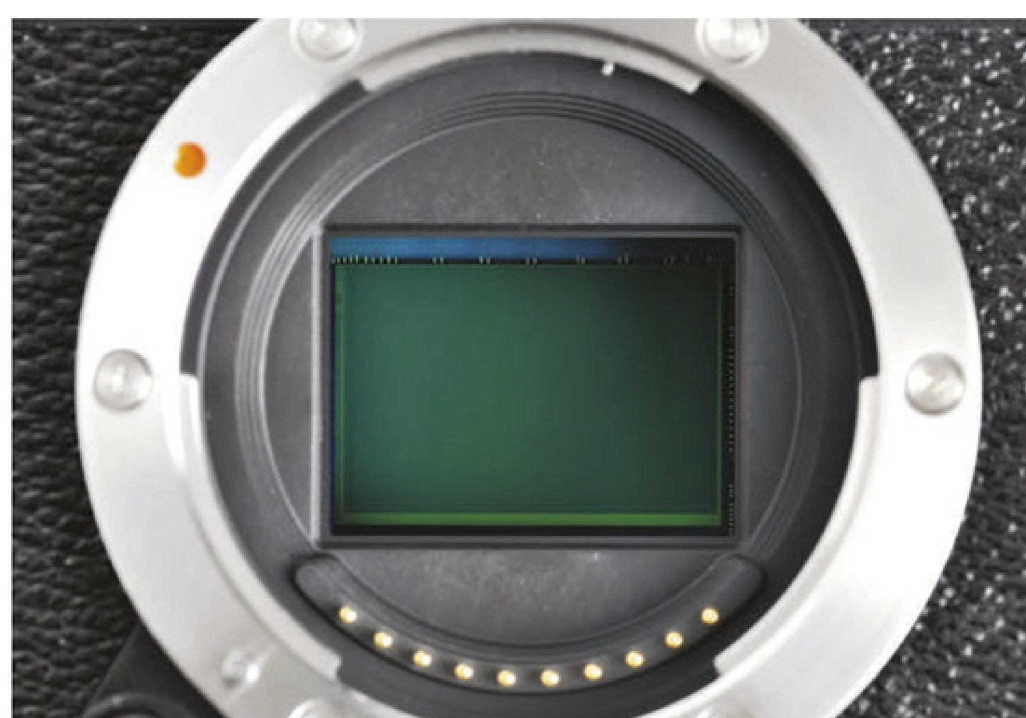
▲ **afbeelding 65**
Lichtstralen vallen door de lens op het CCD.

CCD

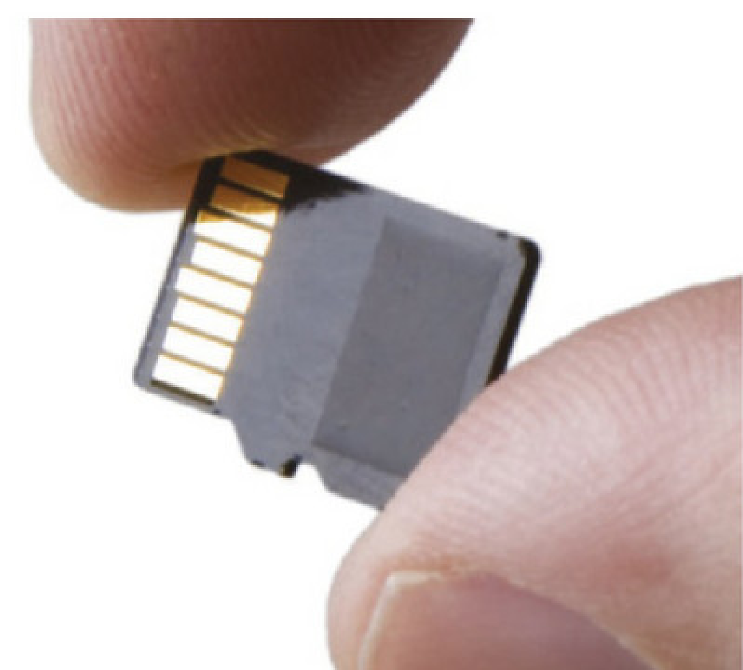
Kijk naar afbeelding 65. Je ziet een digitale fotocamera. Eerst gaan de lichtstralen door de lens de camera in. In de camera valt het licht op een klein plaatje: het **CCD**. Het CCD is gevoelig voor licht (net als het netvlies in je oog).

Bij de camera in afbeelding 66 is de lens eraf gehaald. Je ziet het CCD. Het CCD zet elke lichtstraal om in een elektrische lading. Op die manier ontstaat op het CCD een beeld. Een chip zet dat beeld om in een digitaal signaal. Nu kun je de foto bekijken op je scherm.

Als je afdrukt (op de knop drukt), wordt het digitale signaal opgeslagen op een **geheugenkaart** (afbeelding 67). Je foto is nu een digitaal bestand. Je kunt de foto bewaren, kopiëren, bewerken of versturen.



▲ **afbeelding 66**
het CCD



▲ **afbeelding 67**
een micro-SD geheugenkaart

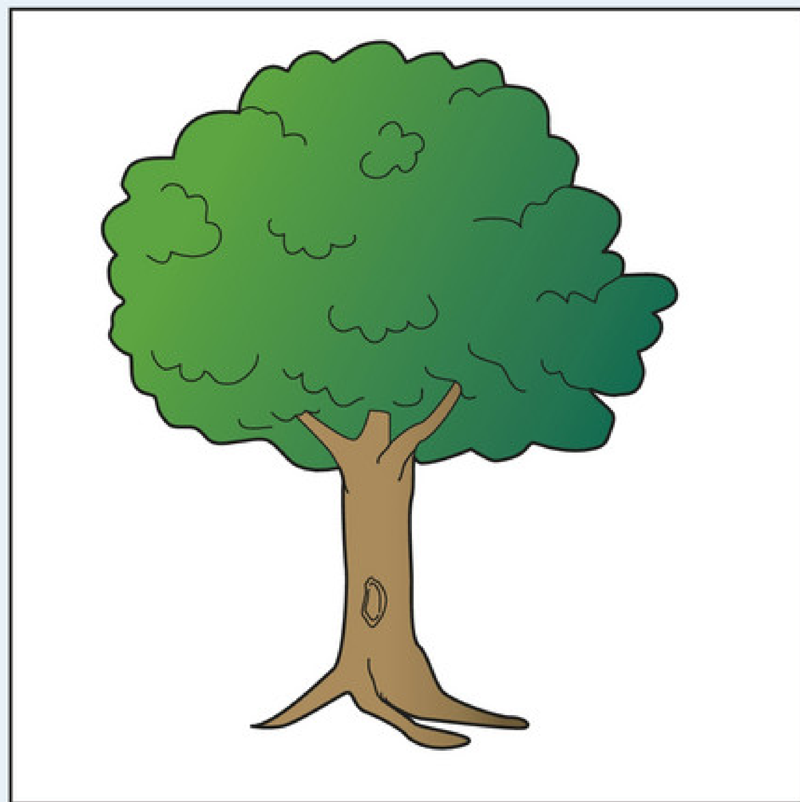
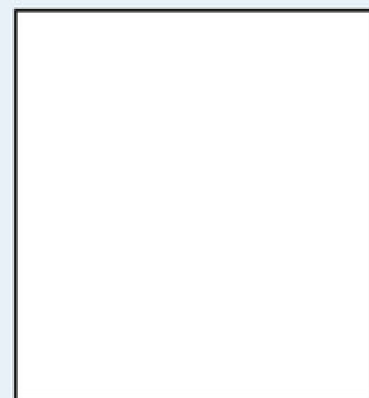
Opgaven

93 Wat voor soort lens zit in een fotocamera?

____

94 Waarop vallen de lichtstralen die door de lens van een camera gaan?
- ☐ A op de geheugenkaart van de camera
- ☐ B op het CCD van de camera
- ☐ C op het netvlies van de camera
- ☐ D op het scherm van de camera

95 Je stelt je fotocamera scherp op een boom. Teken in het vierkant van afbeelding 68 hoe het beeld van de boom op het CCD in de camera komt.

▲ **afbeelding 68**
het beeld van een boom

96 Wat doet een CCD met de lichtstralen?

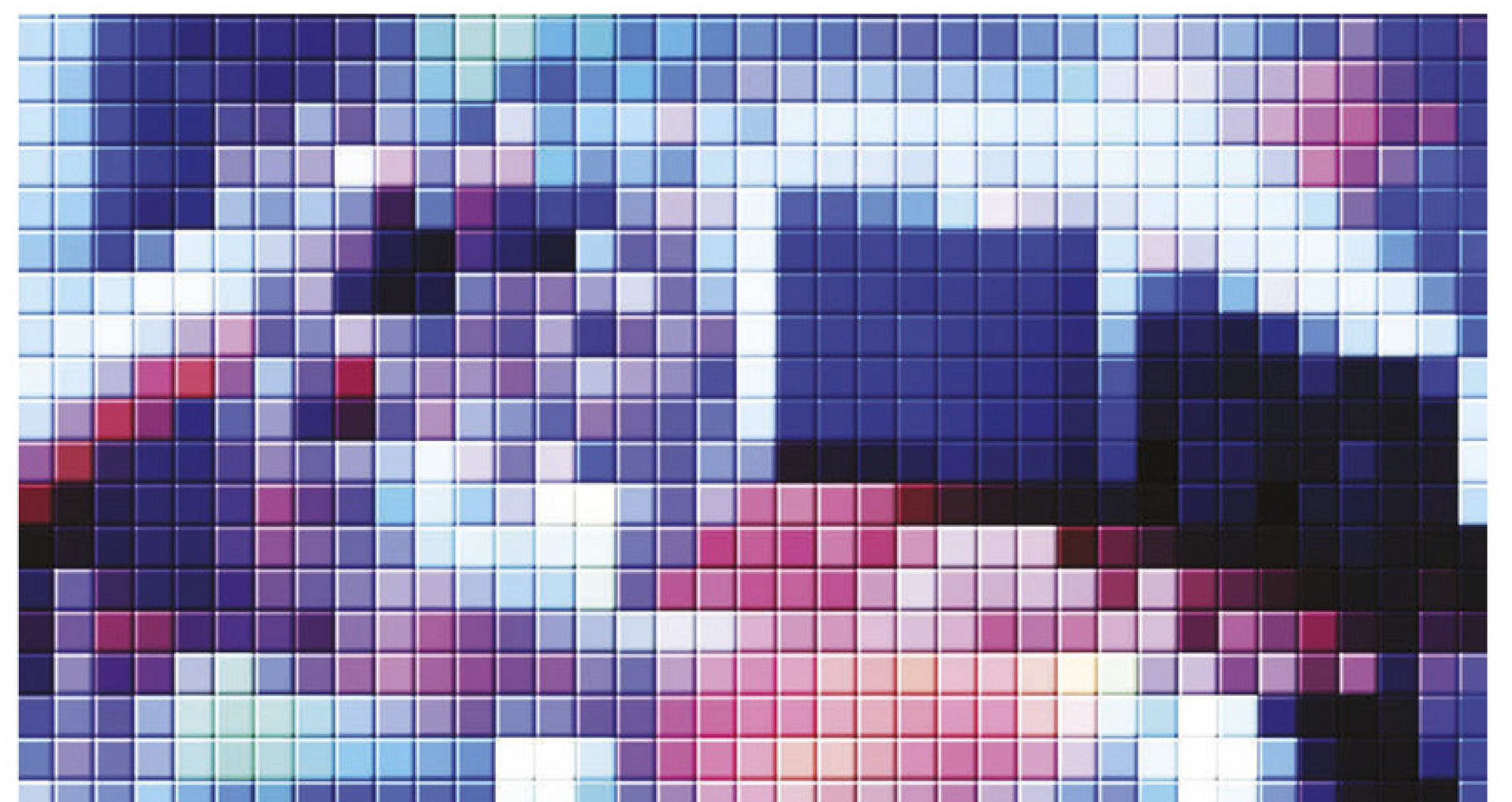
Het CCD ____

Het lcd-scherm

Op het scherm van je smartphone, camera of tablet kun je foto's bekijken. Al deze apparaten hebben een **lcd-scherm** (afbeelding 69). Ook een laptop, een mp3-speler en een rekenmachine hebben een lcd-scherm.



▲ **afbeelding 69**
Een smartphone heeft een lcd-scherm.



▲ **afbeelding 70**
een lcd-scherm van heel dichtbij

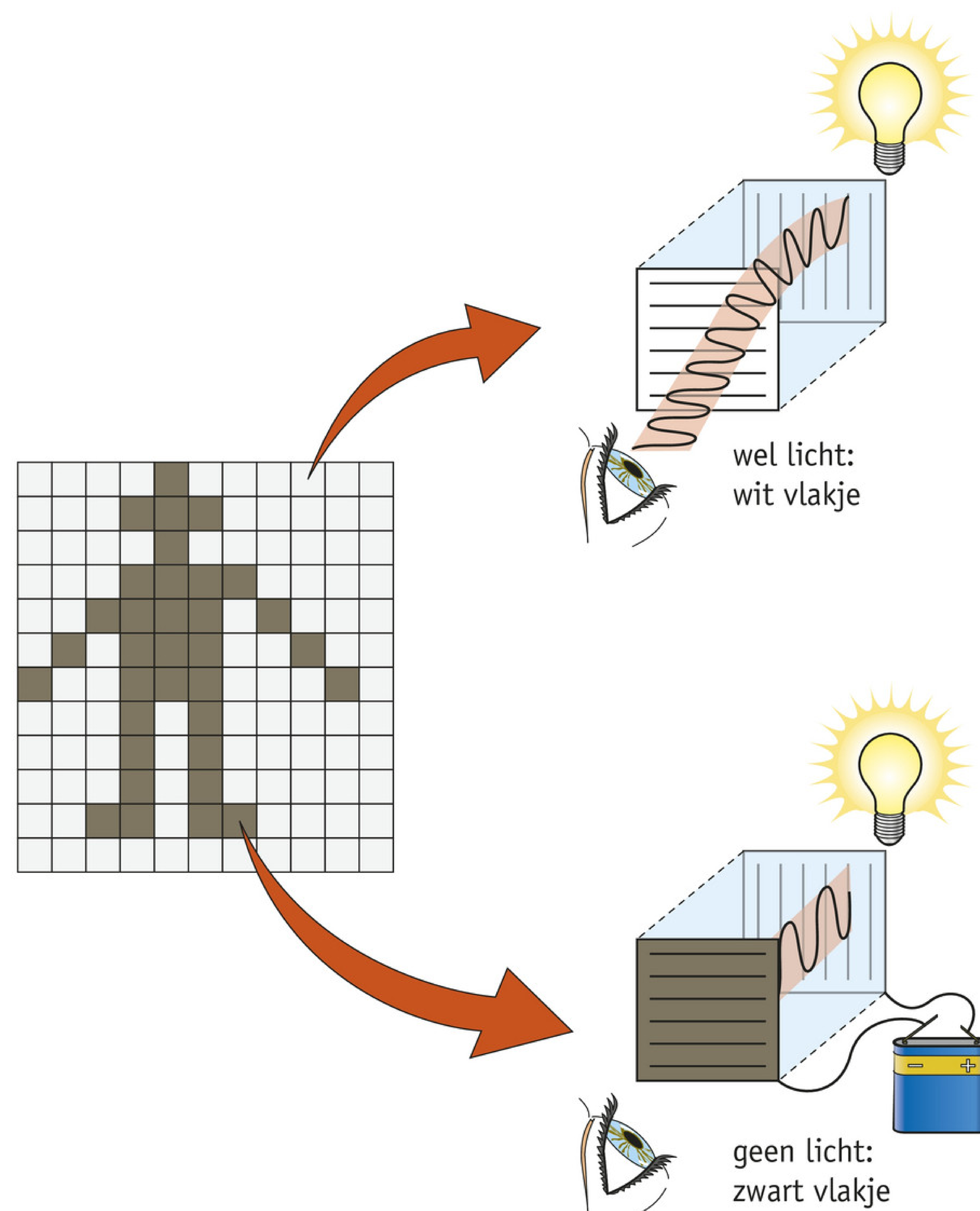
Een lcd-scherm is opgebouwd uit heel kleine vakjes. Eén zo'n vakje heet een **pixel** (afbeelding 70). Hoe meer pixels op hetzelfde oppervlak, hoe scherper het beeld op het scherm.

Voorbeeld
Twee schermen zijn 10 cm breed en 6 cm hoog.
De oppervlakte van elk scherm is 10 × 6 = 60 cm^2.
Scherm 1 is 1000 pixels breed en 600 pixels hoog. Scherm 1 heeft dus 1000 × 600 = 600 000 pixels.
Scherm 2 is 2000 pixels breed en 1200 pixels hoog. Scherm 2 heeft dus 2000 × 1200 = 2 400 000 pixels.

2 400 000 pixels is meer dan 600 000. De oppervlakte van beide schermen is even groot (60 cm^2). Het beeld op scherm 2 is dan scherper.

De werking van een lcd-scherm

In afbeelding 71 zie je een eenvoudig lcd-scherm met een mannetje erop. Het scherm is 11 pixels breed en 12 pixels hoog. De pixels van het mannetje zijn donker. De andere pixels zijn licht.



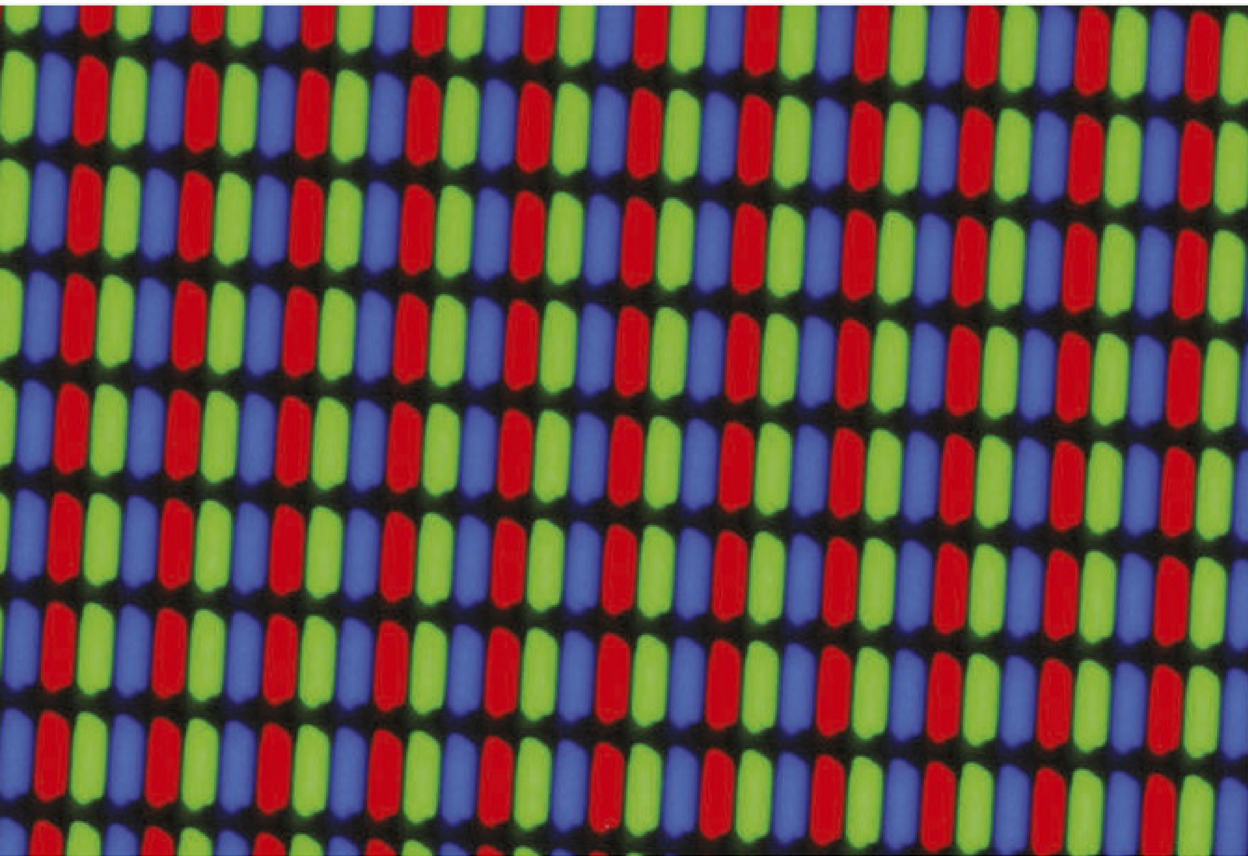
▶ **afbeelding 71**
een eenvoudig lcd-scherm

Achter het scherm zit een lichtbron. Het licht gaat door een polarisatie-filter. Alleen de verticale lichtgolven kunnen hierdoor.

Daarna gaat het licht door een dikke vloeistof in het scherm. Door die vloeistof draaien alle lichtgolven een kwart slag. Dit zie je boven in afbeelding 71.

Hierna gaan de lichtgolven nog een keer door een polarisatie-filter. Dit filter staat dwars (haaks) op het eerste filter. Alle horizontale lichtgolven worden doorgelaten. Je ziet nu een wit vlakje op het scherm.

Als de vloeistof in het scherm onder spanning staat, dan draaien de lichtgolven niet meer. Dit zie je onder in afbeelding 71. De verticale lichtgolven blijven verticaal. Maar het tweede polarisatie-filter laat verticale lichtgolven niet door. Je ziet daardoor een zwart vlakje op het scherm.



▲ **afbeelding 72**
Een kleurenscherm van heel dichtbij. Elke pixel bestaat uit drie kleuren.

Of een pixel wel of niet onder spanning staat, bepaalt of hij wit of zwart wordt. In een kleurenscherm bestaat elke pixel uit drie delen. Een deel voor rood, een deel voor groen en een deel voor blauw. Nu bepaalt de hoeveelheid spanning op de vloeistof welke kleur de pixel krijgt.

In afbeelding 72 geeft elke pixel alle kleuren licht. Van ver weg gezien is dit scherm wit.

Opgaven

97 Je rekenmachine heeft een lcd-scherm. Zet je je rekenmachine aan, dan zie je de nul op het scherm oplichten.
Op de pixels van het getal nul staat WEL / GEEN spanning.

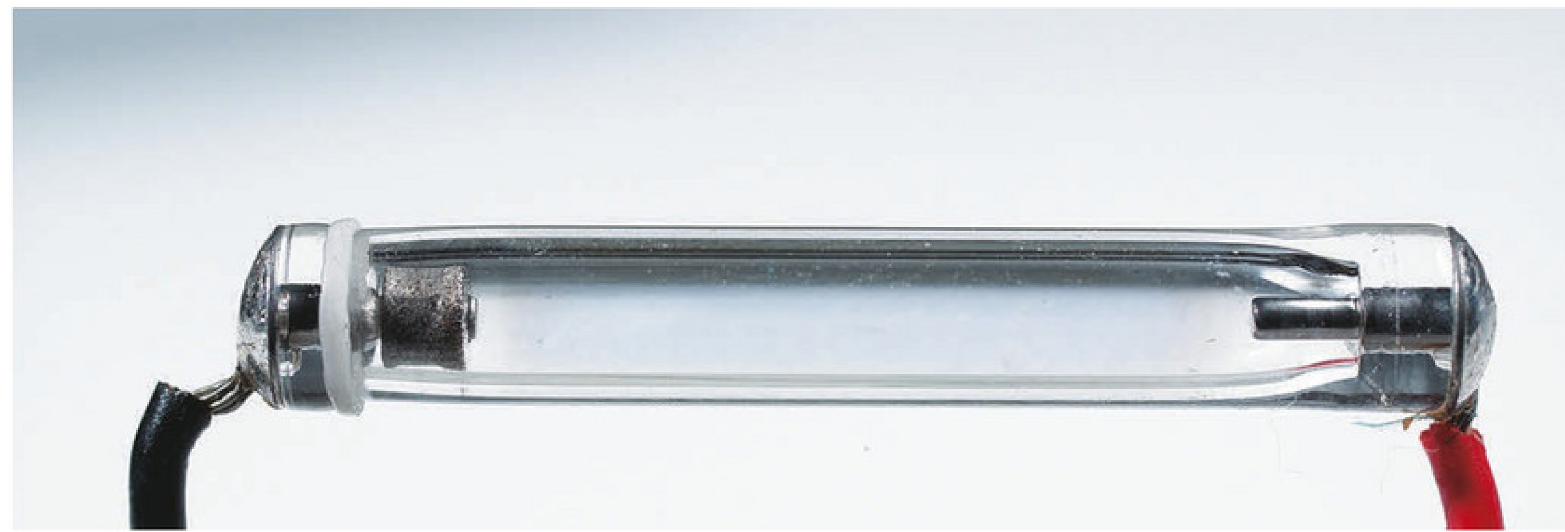
98 Wat zit er in een lcd-scherm?
- ☐ A In een lcd-scherm zit een gas.
- ☐ B In een lcd-scherm zit een vloeistof.
- ☐ C In een lcd-scherm zit niets, het is vacuüm.
- ☐ D In een lcd-scherm zit lucht.

99 Uit welke kleuren bestaan de pixels van een kleurenscherm?
- ☐ A uit alle kleuren die je op het scherm ziet
- ☐ B uit de kleuren rood, groen en blauw
- ☐ C uit de kleuren rood, oranje, geel, groen, blauw en violet
- ☐ D uit de kleuren oranje, geel en violet

Flitsen

Een camera stelt automatisch scherp. Ook regelt de camera automatisch de **belichting**. Hierdoor maak je bijna altijd een goede foto. Je hebt wel genoeg licht nodig. In een donkere ruimte is niet altijd genoeg licht voor een goede foto.

Bij te weinig licht kun je een **flitser** gebruiken. Een flitser is een lampje dat een korte, felle lichtflits geeft als je een foto maakt. In afbeelding 73 zie je het lampje van de flitser van een digitale camera.



▲ **afbeelding 73**
het lampje van de flitser van een digitale camera

Als je een foto maakt, meet een chip in de camera snel of er genoeg licht is. Bij te weinig licht gaat de flitser aan. Je krijgt een felle, witte lichtflits tijdens de foto. Hierdoor wordt de foto extra belicht. Er komt genoeg licht op het CCD voor een goede foto.

Ook bij schaduwen kun je flitslicht gebruiken. Kijk naar afbeelding 74. Foto a is gemaakt zonder flits. De linkerkant van het gezicht is erg donker. Foto b is gemaakt met flits. Nu is de belichting veel beter.



(a) foto zonder flits



(b) foto met flits

▲ **afbeelding 74**

Zoomen

De meeste camera's kunnen **inzoomen** en **uitzoomen**. Bij inzoomen en uitzoomen verander je de afstand tussen de lens en het CCD. Door inzoomen haal je het beeld dichterbij. Je kunt een klein voorwerp groot op de foto zetten. Bijvoorbeeld een paar bloemen (afbeelding 75a).
Door uitzoomen zet je juist meer dingen op de foto. Op de foto zie je een groter gebied (afbeelding 75b).



(a) inzoomen



(b) uitzoomen

▲ **afbeelding 75**
Bij inzoomen en uitzoomen verandert de afstand tussen lens en CCD.

Opgaven

100 Schrijf twee dingen op die een camera automatisch doet.

Een camera stelt automatisch ______________________________.

Een camera regelt automatisch ______________________________.

101 Wanneer gebruik je een flitser?
Je gebruikt een flitser als er te VEEL / WEINIG licht is.
Je gebruikt een flitser als er te VEEL / WEINIG schaduw is.

102 Welk onderdeel meet de lichtsterkte?
- ☐ A de flitser
- ☐ B een chip
- ☐ C een lampje
- ☐ D het CCD

103 Wat wordt veranderd bij inzoomen en uitzoomen?
- ☐ A de afstand tussen de lens en het beeld
- ☐ B de afstand tussen de lens en het CCD
- ☐ C de afstand tussen het beeld en het CCD

104 Wat gebeurt er bij inzoomen?
Bij inzoomen haal je het beeld WEL / NIET dichterbij.
Een klein voorwerp wordt GROOT / KLEIN op de foto gezet.

105 Wat gebeurt er bij uitzoomen?
Bij uitzoomen zet je MEER / MINDER dingen op de foto.
Op de foto zie je een GROTER / KLEINER gebied.

Werken met licht

Opleiding AV-productie

Igor volgt de mbo-opleiding AV-productie. AV staat voor audio-visueel, en dat betekent geluid en licht. Op niveau 2 zit er alleen fotografie in de opleiding. Je kunt dan gaan werken in een fotostudio of AV-verhuurbedrijf. Als je doorstroomt naar niveau 3, kies je uit acht richtingen. Bijvoorbeeld cameraman of licht-technicus. Dan kun je werken bij de televisie of bij een reclame-bedrijf.



▲ **afbeelding 76**
licht-technicus Igor aan het werk

Onthouden!

In alle camera's zit een positieve lens.
Een CCD is een lichtgevoelig plaatje.
Een digitale foto kun je opslaan op een geheugenkaart.
Een lcd-scherm bestaat uit pixels.
In de pixels van een lcd-scherm zitten polarisatie-filters en een vloeistof.
Door elektrische spanning wordt de vloeistof aan of uit gezet.
Als er weinig licht is, kun je een flitser gebruiken.
Bij inzoomen komt het beeld dichterbij. Alles staat groot op de foto.
Bij uitzoomen komt een groter gebied op de foto.

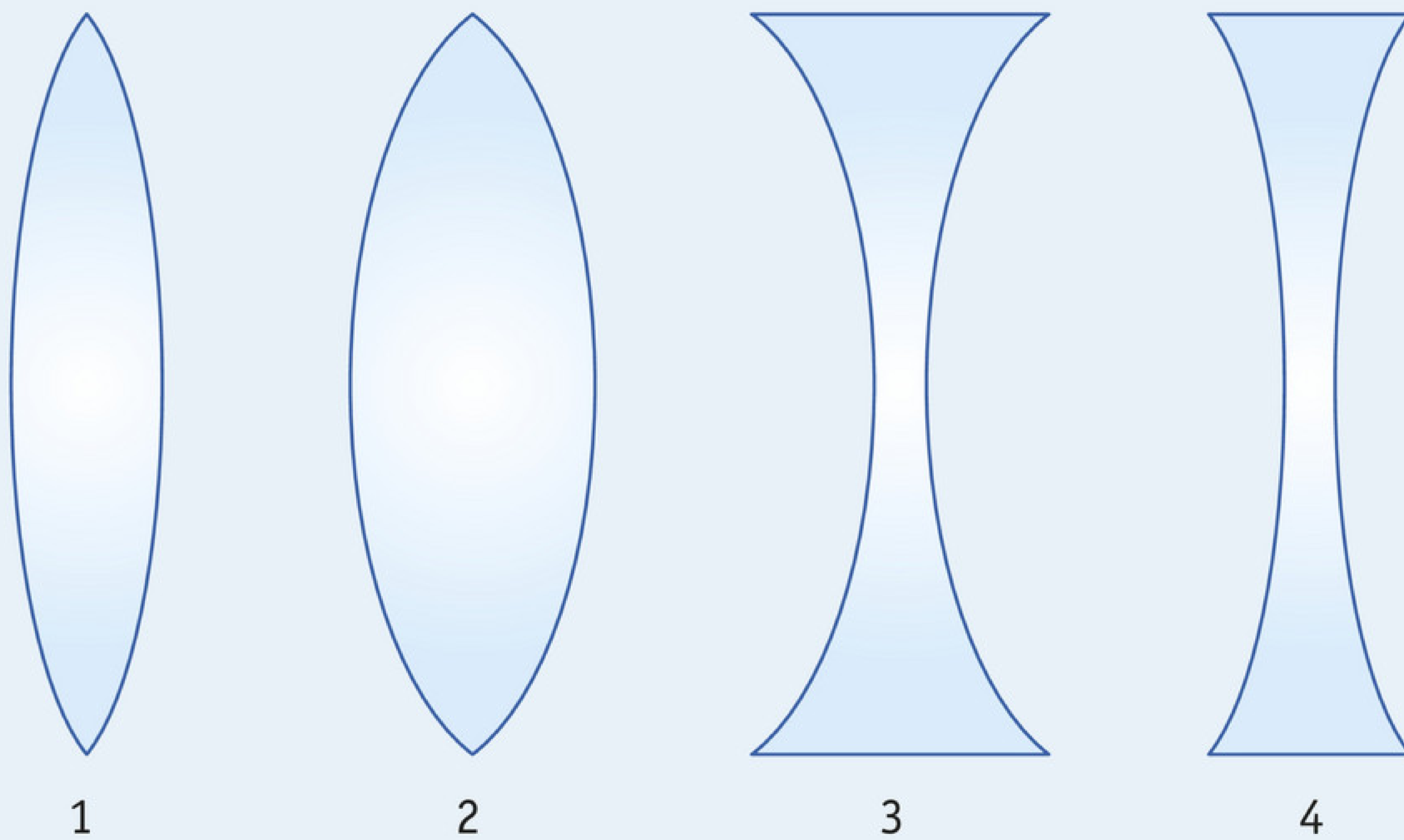
8 Test Jezelf

Waar / niet waar-vragen

		waar	niet waar
1	Lichtstralen lopen meestal in rechte lijnen. Maar er zijn ook gebogen lichtstralen.		
2	Een verlicht voorwerp kun je zien als het in je gezichtsveld staat.		
3	Accommoderen van je oog betekent dat de pupil groter of kleiner wordt.		
4	Kunstmatige lichtbronnen zijn door mensen gemaakt.		
5	Een spiegel maakt je gezichtsveld kleiner.		
6	Een CCD is een klein, lichtgevoelig plaatje.		
7	Bij een convergente lichtbundel lopen de lichtstralen uit elkaar.		
8	Iemand die verziend is, ziet voorwerpen veraf goed.		
9	Een holle lens is in het midden dikker dan aan de rand.		
10	Is er te weinig licht voor een foto, dan moet je de flitser gebruiken.		
11	Door een positieve lens zie je altijd alles vergroot.		
12	Je linkeroor zie je in een spiegel ook links.		
13	Hoe groter de brandpunts-afstand, hoe sterker de lens.		
14	Lichtstralen breken als ze loodrecht op een blokje perspex vallen.		
15	Valt licht schuin op een doorzichtig oppervlak, dan breken de lichtstralen.		
16	Loop je van een spiegel af, dan loopt je spiegelbeeld naar de spiegel toe.		
17	Lichtgolven gaan door lucht, water, doorzichtige materialen en vacuüm.		
18	Een digitale foto kun je opslaan op een geheugenkaart.		
19	Een polarisatie-filter laat lichtgolven in alle richtingen door.		
20	Bij inzoomen met een camera komt het beeld dichterbij.		

Meerkeuze-vragen

1 In afbeelding 77 is van vier lenzen de doorsnede getekend.
Welke uitspraak over deze vier lenzen is goed?
- ☐ A De lenzen 1 en 2 zijn negatief en de lenzen 3 en 4 zijn positief.
- ☐ B De lenzen 1 en 2 zijn positief en de lenzen 3 en 4 zijn negatief.
- ☐ C De lenzen 1, 2 en 3 zijn positief en alleen lens 4 is negatief.
- ☐ D De lenzen 1 en 3 zijn negatief en de lenzen 2 en 4 zijn positief.



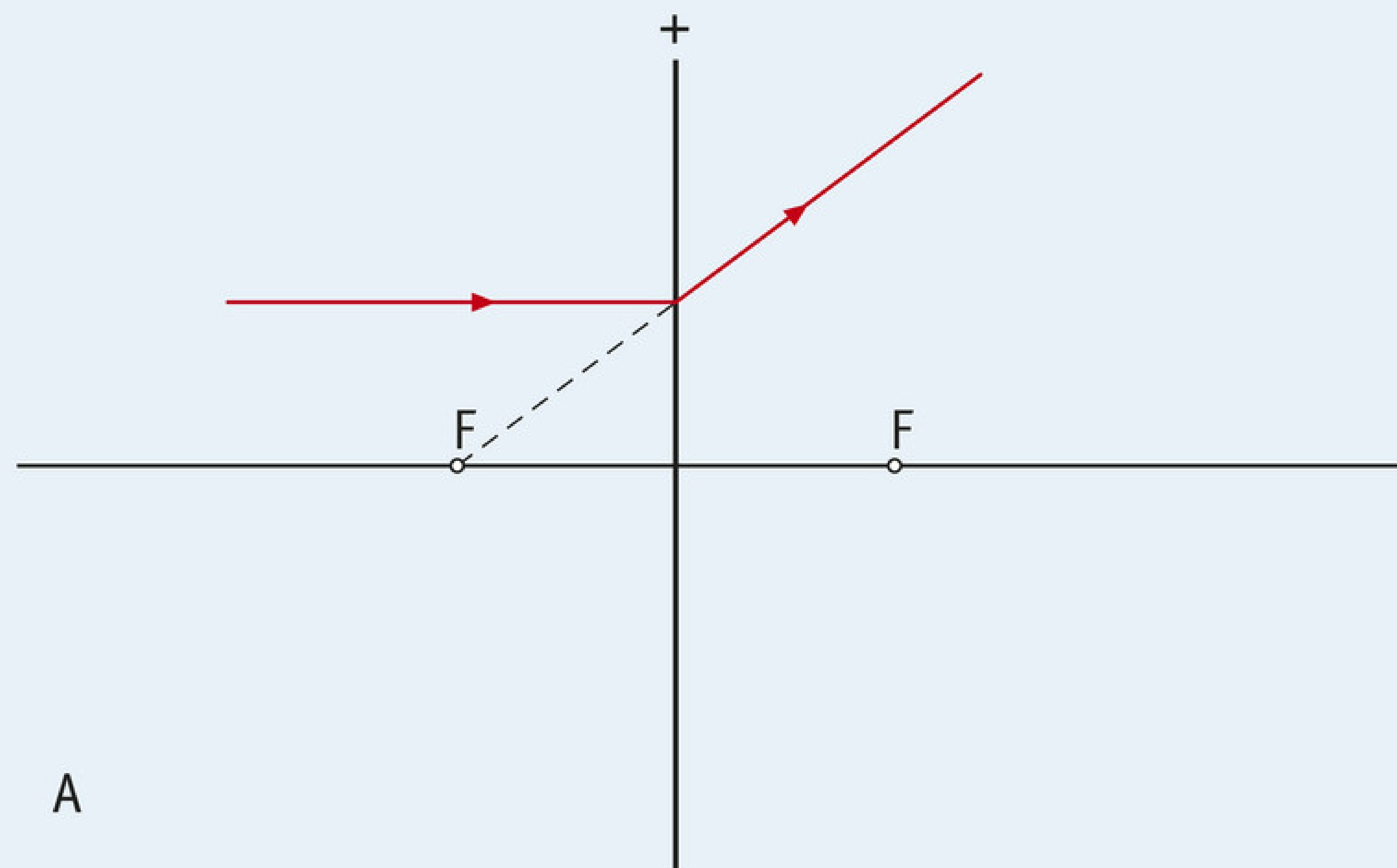
▲ **afbeelding 77**
vier verschillende lenzen

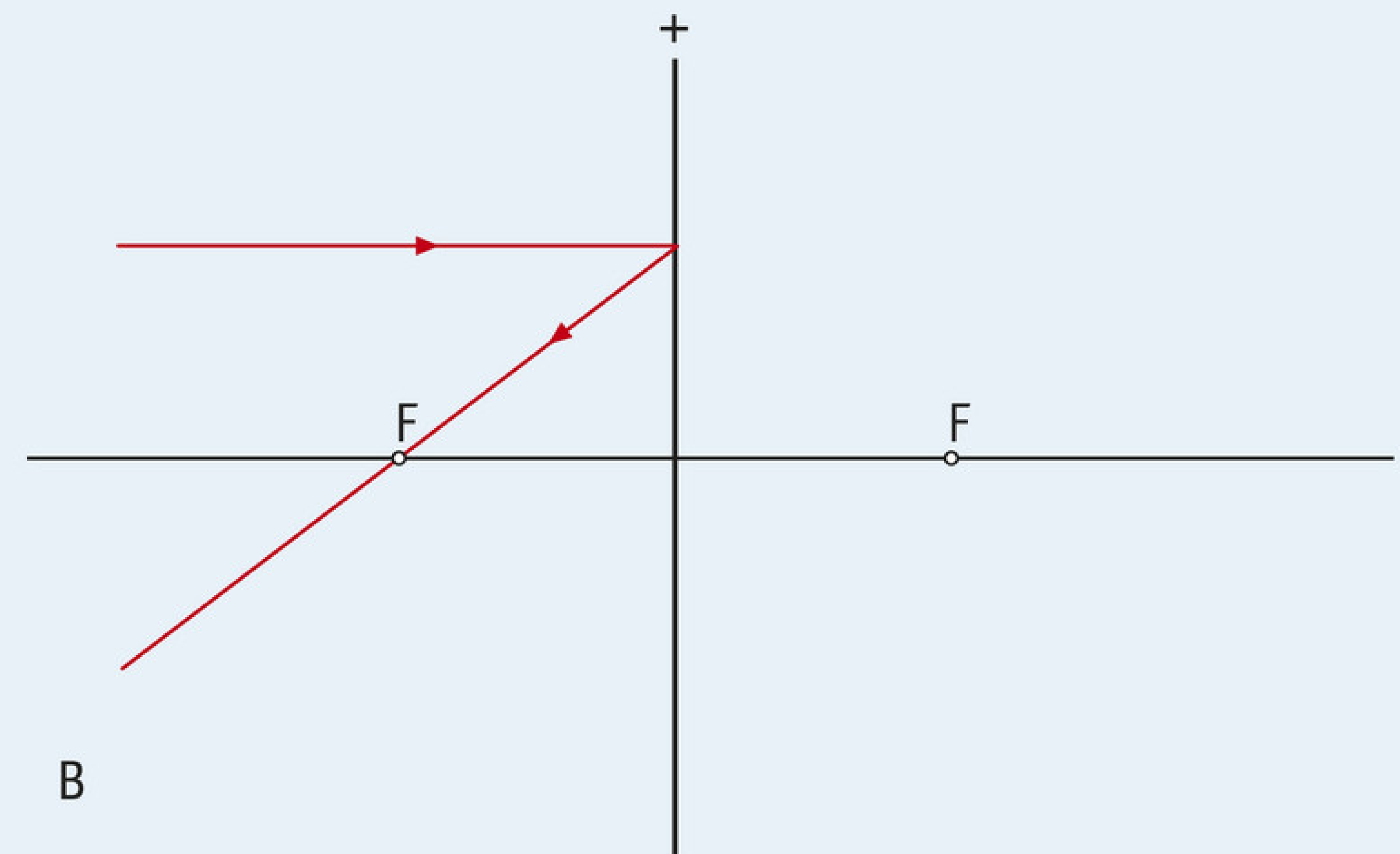
2 Welke van de vier lenzen uit afbeelding 77 is de sterkste positieve lens?
- ☐ A lens 1
- ☐ B lens 2
- ☐ C lens 3
- ☐ D lens 4

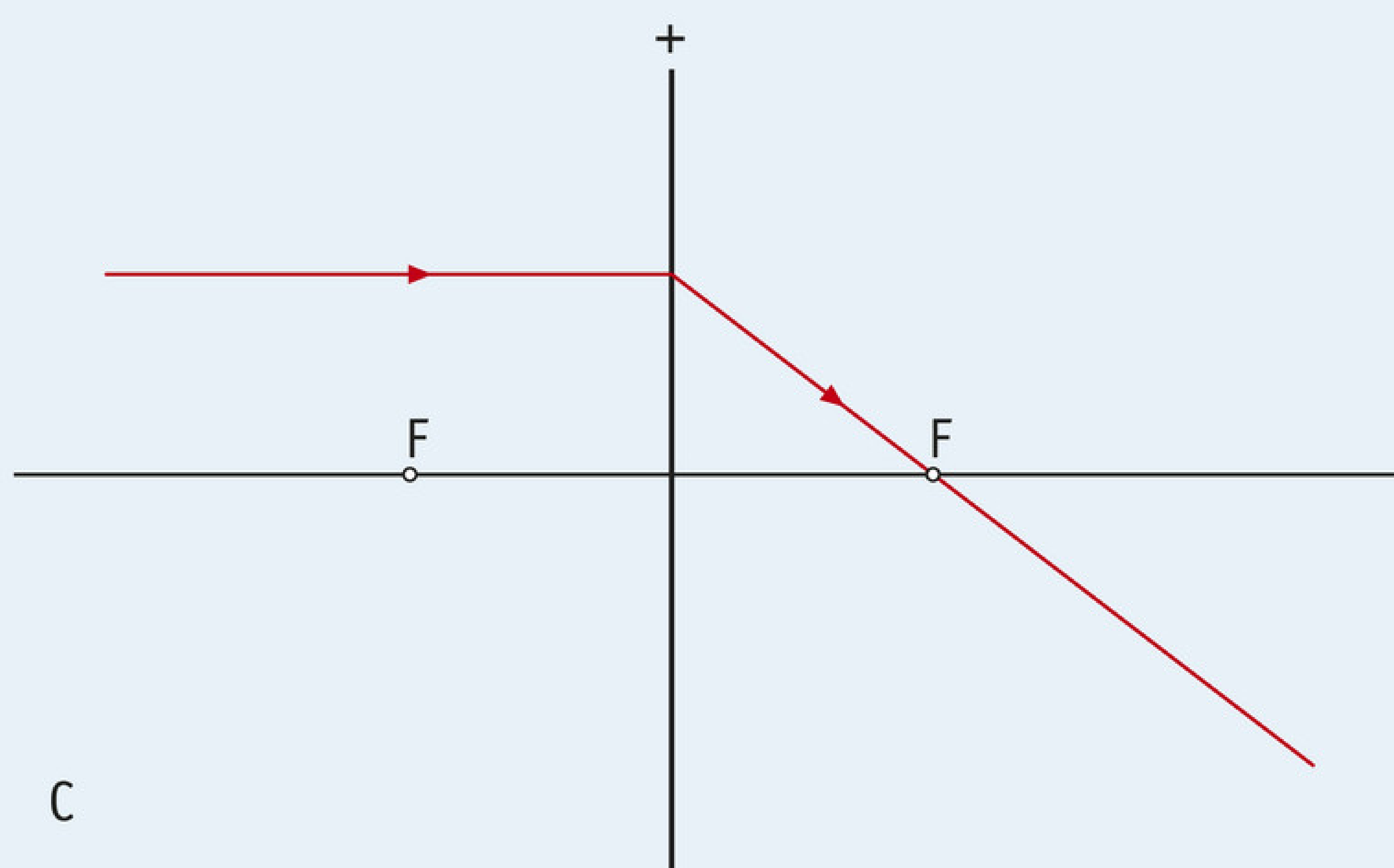
3 Waarom is het onverstandig om zonder zonnebril recht in de zon te kijken?
- ☐ A Dan kun je een paar dagen geen kleuren meer zien.
- ☐ B Dan kunnen de lichtgevoelige cellen van je netvlies beschadigen.
- ☐ C Dan kunnen je ogen een paar dagen niet meer accommoderen.
- ☐ D Dan kunnen je pupillen een lange tijd zeer groot worden.

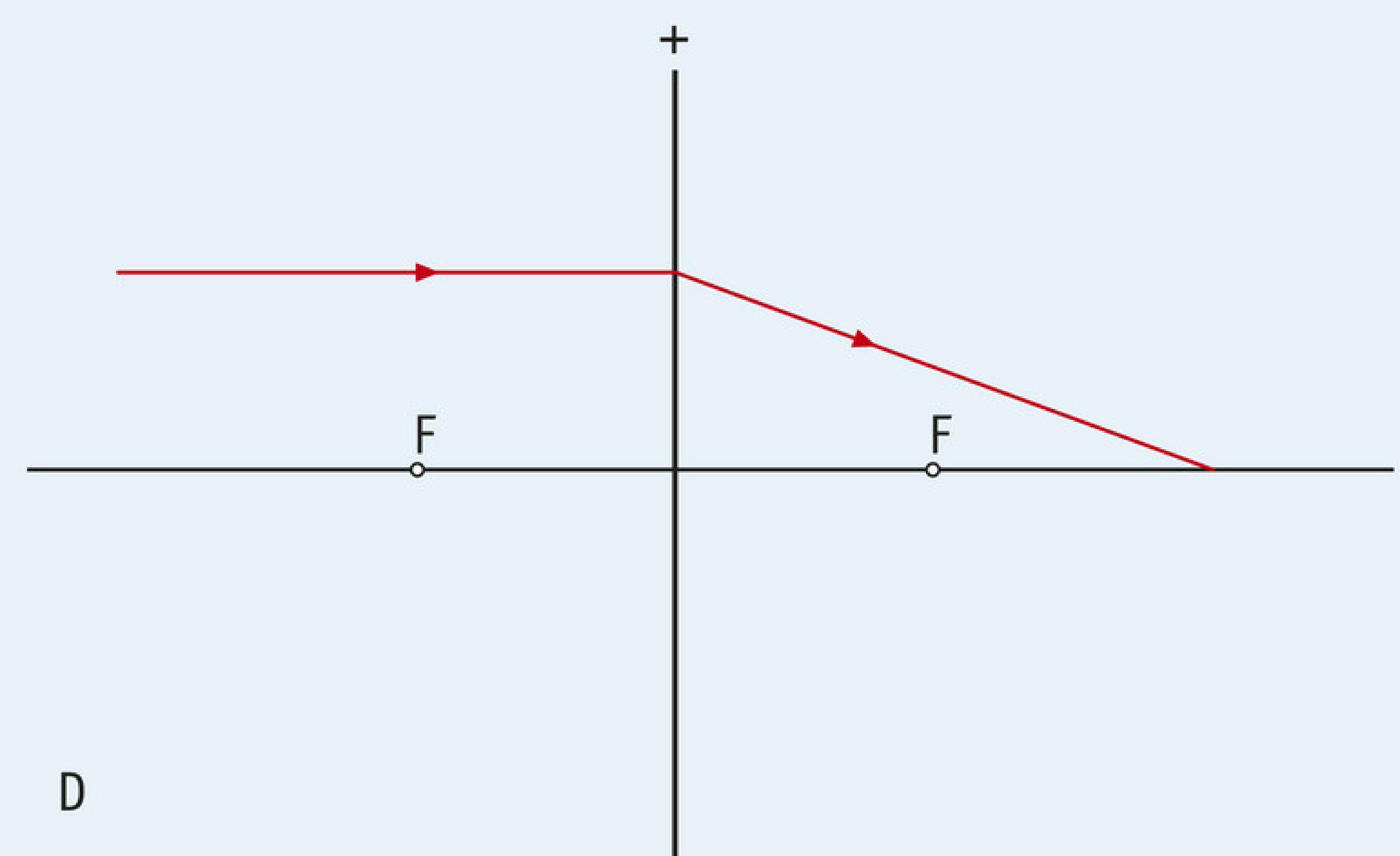
4 Hoe reageren je pupillen als in een donkere ruimte het licht aan gaat?
- ☐ A Je pupillen worden groter.
- ☐ B Je pupillen worden kleiner.
- ☐ C Je pupillen zijn klein en blijven klein.
- ☐ D Je pupillen zijn groot en blijven groot.

5 Een lichtstraal loopt evenwijdig aan de hoofdas en wordt gebroken door een bolle lens (afbeelding 78).
Hoe loopt de lichtstraal verder na de lens?
☐ A zoals getekend bij A
☐ B zoals getekend bij B
☐ C zoals getekend bij C
☐ D zoals getekend bij D



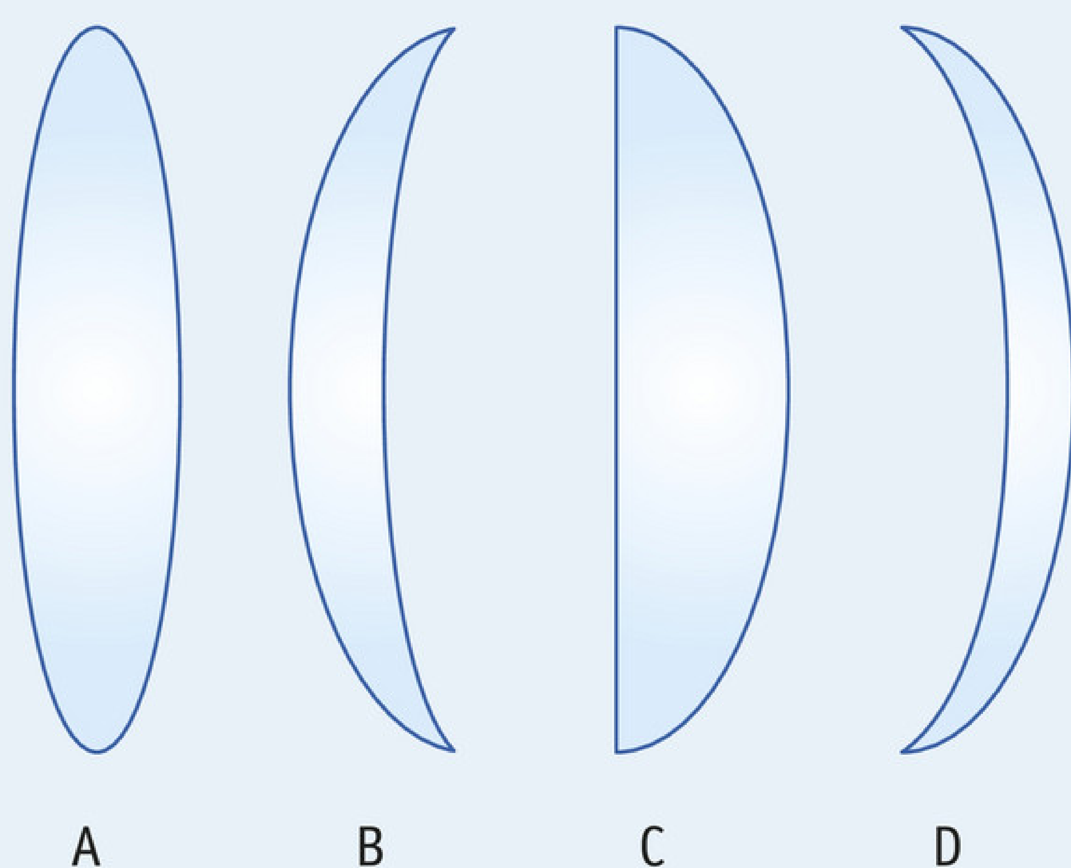






▲ **afbeelding 78**
lichtbreking in een bolle lens

6 In afbeelding 79 zie je de doorsnede van vier lenzen.
Welke uitspraak over deze lenzen is goed?
☐ A Alle vier de lenzen zijn bolle lenzen.
☐ B Alle vier de lenzen zijn holle lenzen.
☐ C De lenzen A en C zijn bolle lenzen en de lenzen B en D zijn holle lenzen.
☐ D De lenzen A en C zijn holle lenzen en de lenzen B en D zijn bolle lenzen.



▲ **afbeelding 79**
vier lenzen

7 Jan heeft een bril, omdat hij veraf niet goed ziet.
Wat weet je over de ogen van Jan en de bril die hij heeft?
- ☐ A Jan is bijziend en heeft een bril met negatieve lenzen.
- ☐ B Jan is bijziend en heeft een bril met positieve lenzen.
- ☐ C Jan is verziend en heeft een bril met negatieve lenzen.
- ☐ D Jan is verziend en heeft een bril met positieve lenzen.

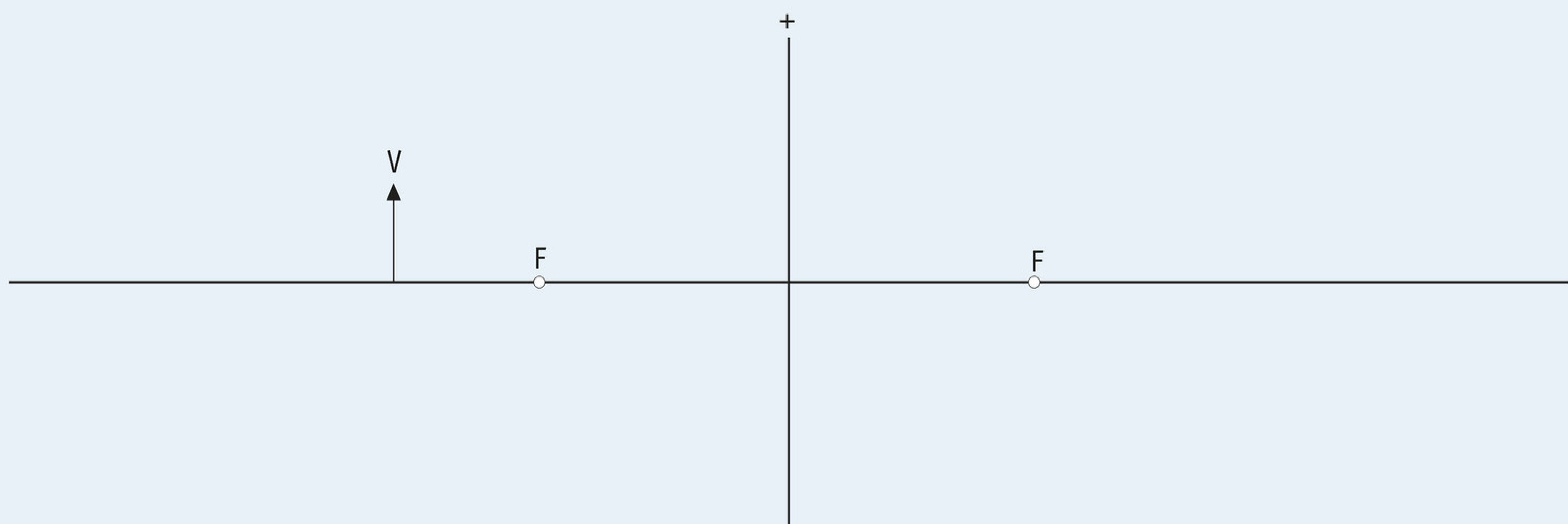
8 Met een fotocamera maak je een foto van een vaas.
Wat is dan de beeldafstand?
- ☐ A de afstand tussen de camera en de vaas
- ☐ B de afstand tussen de lens en de vaas
- ☐ C de afstand tussen de lens en het CCD
- ☐ D de afstand tussen de vaas en het CCD

9 Hoe valt een beeld op het netvlies in een oog?
- ☐ A Het beeld staat op zijn kop en links en rechts blijven hetzelfde.
- ☐ B Het beeld staat op zijn kop en links en rechts zijn verwisseld.
- ☐ C Het beeld staat rechtop en links en rechts blijven hetzelfde.
- ☐ D Het beeld staat rechtop en links en rechts zijn verwisseld.

10 Je houdt een bolle lens in het zonlicht.
Hoe loopt de lichtbundel nadat deze door de lens gebroken is?
- ☐ A convergent en door het beeldpunt
- ☐ B convergent en door het brandpunt
- ☐ C divergent en door het beeldpunt
- ☐ D divergent en door het brandpunt

Open vragen

1 In afbeelding 80 staat voorwerp V voor een positieve lens.
- **a** Teken de drie lichtstralen door de lens.
- **b** Teken het beeld B.
- **c** Teken pijltjes in de lichtstralen om de richting aan te geven.

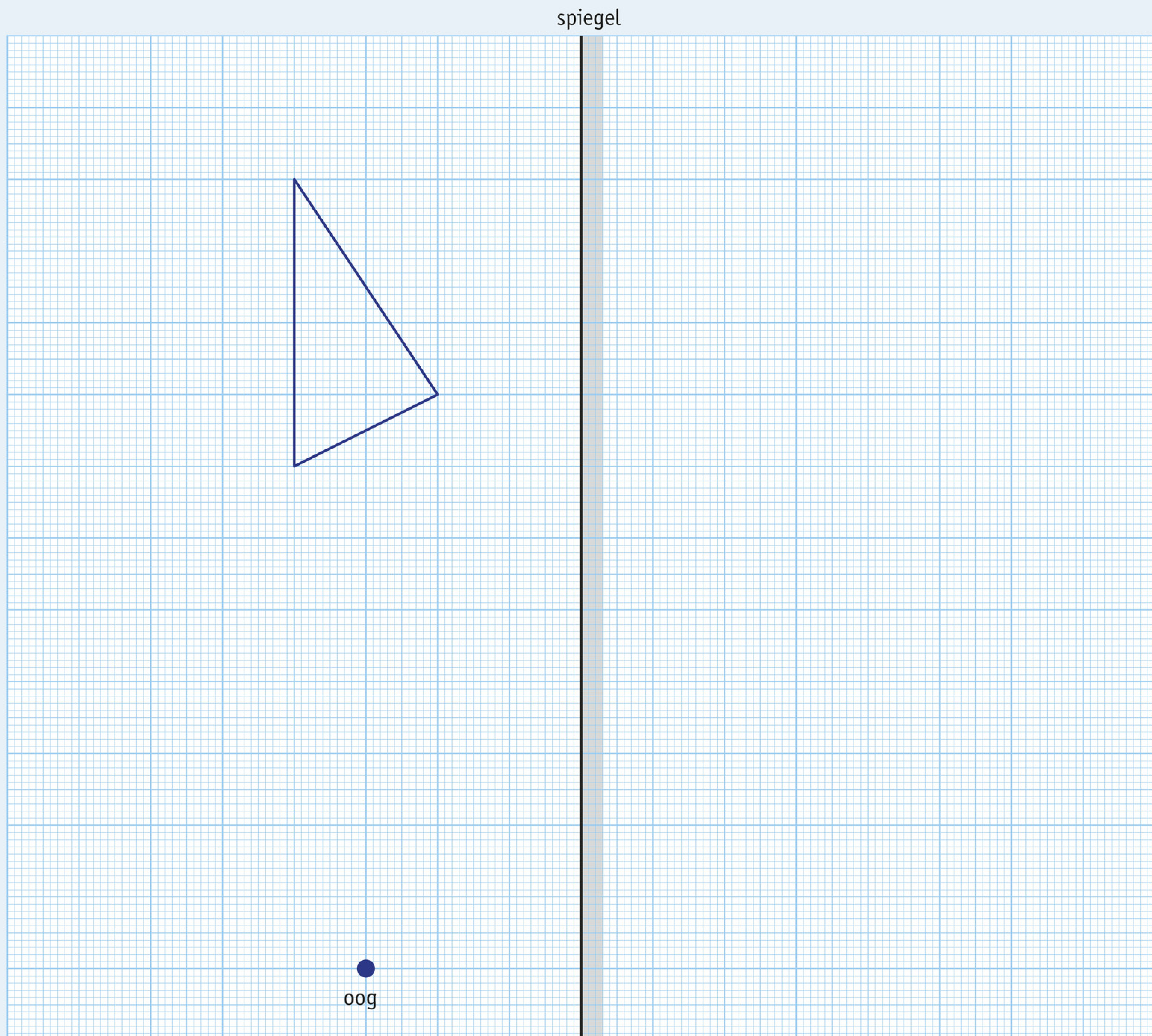


▲ **afbeelding 80**
Construeer de drie lichtstralen en het beeld.

2 In afbeelding 81 staat een driehoek voor een spiegel. Het oog in de tekening kijkt naar de driehoek in de spiegel.

a Teken in de afbeelding het spiegelbeeld van de driehoek.

b Teken hoe de lichtstralen van de driehoek (via de spiegel) in het oog terechtkomen.



▲ **afbeelding 81**
een driehoek voor een spiegel

3 Vivian is aan het werk in een donkere ruimte. Ze gaat naar buiten en komt in het felle zonlicht.

a Hoe zien haar pupillen eruit in het donker?

De pupillen van Vivian zijn in het donker ______________________________.

b Wat gebeurt er met haar pupillen als ze buiten komt?

Haar pupillen ______________________________.

c Vivian kijkt op haar horloge. Direct daarna kijkt ze omhoog en ziet in de lucht een vliegtuig. Wat gebeurt er met haar ooglenzen als ze van haar horloge opkijkt naar het vliegtuig?

____

4 Licht heeft een golfbeweging.

a In welke richting bewegen lichtgolven?

____

b Waarmee kun je lichtgolven geheel of gedeeltelijk tegenhouden?

____

5 Kenneth maakt een werkstuk over een digitale camera. In het werkstuk legt hij de werking van sommige onderdelen van de camera uit. Hij beschrijft wat hij weet van het CCD, de geheugenkaart, de flitser en het lcd-scherm.

a Wat doet een CCD?

____

____

b Wat is de functie van een geheugenkaart in een camera?

____

____

c Geef twee redenen om een flitser te gebruiken.

– ____

– ____

d Wat is de functie van het lcd-scherm?

____

____



6 Energie

Inhoud

Startvraag

We halen energie uit aardgas, aardolie en steenkool.
Maar ook in wind, water en zon zit energie.
Schrijf vijf dingen op waarvoor je energie nodig hebt.

____

____

____

____

____

1 Energie gebruiken

Elke dag gebruik je energie. Energie bestaat in verschillende vormen. Energie kan van vorm veranderen.

Energiebron

Voor alle dingen die je doet, is **energie** nodig. Bijvoorbeeld om muziek te luisteren, te bellen of te chatten. Ook voor fietsen, lopen en iets optillen gebruik je energie.



▲ **afbeelding 1**
De lamp zet elektrische energie om in licht en warmte.

Energie komt van een **energiebron**. Voorbeelden van een energiebron zijn: brandstoffen, wind en zon. Uit een energiebron kun je energie halen. Energie gaat nooit verloren en kan nooit verdwijnen.

Energie omzetten

Energie kan van vorm veranderen. In afbeelding 1 zie je een brandende lamp. In de lamp verandert elektrische energie in licht en warmte. Bij natuurkunde noem je dat: energie omzetten. **Energie omzetten** is energie veranderen in een andere vorm van energie.

Met energie kun je veel dingen doen. Bij natuurkunde zeg je: met energie kun je arbeid verrichten. **Arbeid verrichten** is energie omzetten in een andere vorm van energie. Bijvoorbeeld: in een boormachine wordt elektrische energie omgezet in bewegings-energie.

Energie-omzetting in een schema

In hout zit chemische energie. In een kampvuur wordt de chemische energie uit hout omgezet in warmte. Andere voorbeelden van **energie-omzetting** zijn:

- In een windmolen wordt windenergie omgezet in elektrische energie.
- In een benzine-motor wordt chemische energie omgezet in bewegings-energie.
- In een lamp wordt elektrische energie omgezet in licht en warmte.

Een energie-omzetting kun je in een schema zetten. Het schema van de energie-omzetting in een kampvuur is:

chemische energie → warmte

De pijl betekent: 'wordt omgezet in'.

De energie-omzetting in een windmolen is:

windenergie → elektrische energie

De energie-omzetting in een lamp is:

elektrische energie → licht en warmte

Opgaven

1 Met energie kun je WEL / NIET arbeid verrichten.

2 Energie kan WEL / NIET van vorm veranderen.

3 In een brandende lamp wordt energie WEL / NIET omgezet.

4 Schrijf de energie-omzetting van een benzine-motor in een schema.

______________________________ → ______________________________

5 Schrijf drie voorbeelden op van een energiebron.

- ______________________________
- ______________________________
- ______________________________

6 Bij de energie-omzetting in een lamp verdwijnt de energie WEL / NIET.

7 In een open haard wordt chemische energie omgezet in warmte.
Bij deze energie-omzetting gaat de energie WEL / NIET verloren.



Thermische energie

De zon is de belangrijkste energiebron voor de aarde. De zon geeft ons **licht** en **warmte**. Licht en warmte zijn vormen van energie. Een andere naam voor warmte is **thermische energie** (afbeelding 2).

Elektrische energie

Uit een stopcontact komt **elektrische energie**. Ook een batterij, een accu en de dynamo van je fiets geven elektrische energie. Met elektrische energie laat je apparaten werken. Met de elektrische energie van de accu in je telefoon kun je bellen of muziek luisteren.

◀ **afbeelding 2**
Warmte is thermische energie.

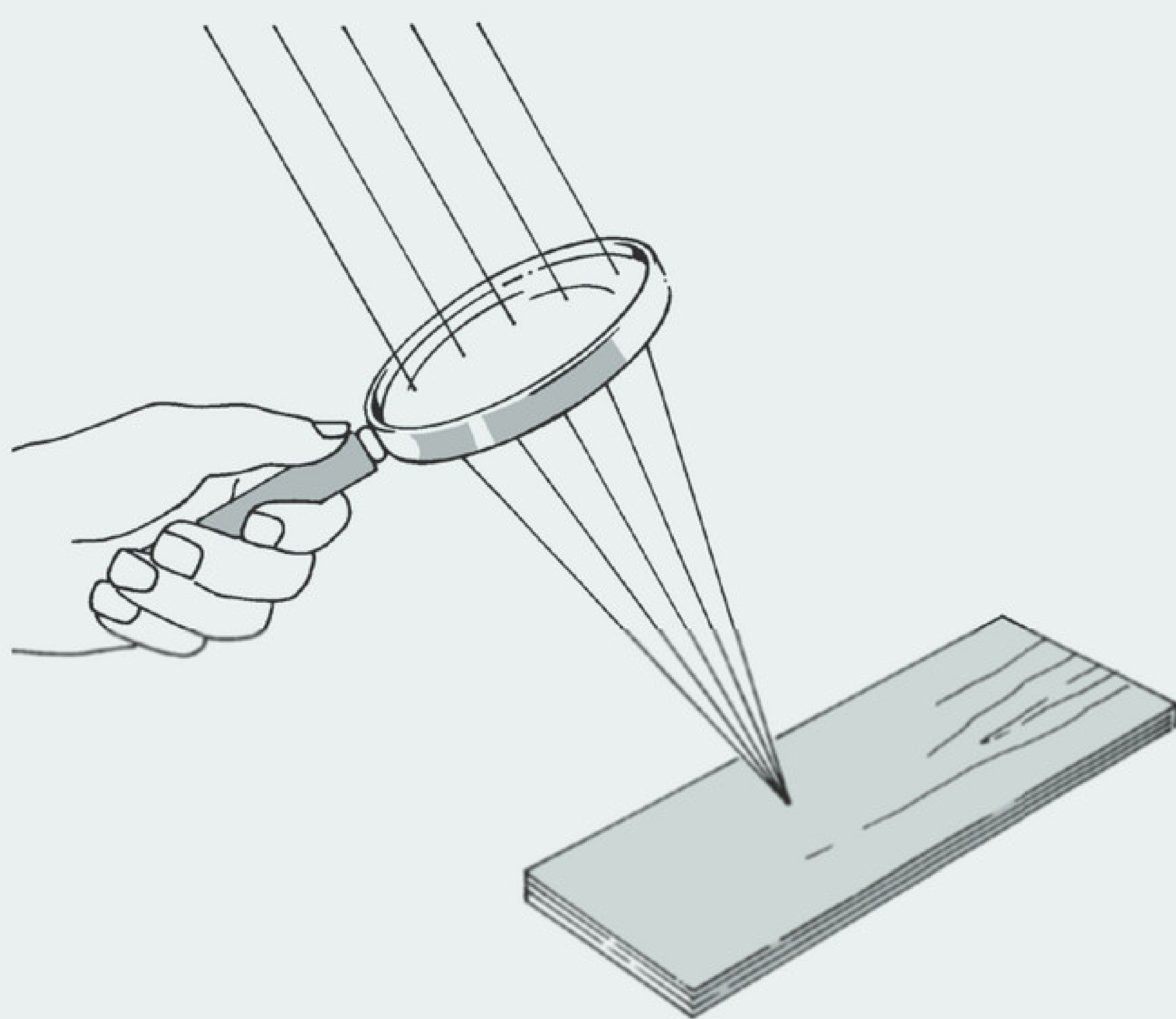
Proef 1 Energie van de zon

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 positieve (bolle) lens
- ☐ 1 stukje hout
- ☐ de zon

Uitvoering

- Houd de lens in het zonlicht (afbeelding 3).
- Zorg ervoor dat het zonlicht op één punt samenkomt.
- In dat punt moet je het stukje hout houden.
- Als je rook ziet, moet je stoppen.



▲ afbeelding 3
Zo houd je de lens boven het stukje hout.

1 Waardoor gaat het hout roken?
Doordat het hout WEL / NIET warm wordt.

2 Kun je de plaats nog zien waar de zonnestralen samenkwamen?
Die plaats kun je WEL / NIET zien.

3 Hoe kun je deze plaats herkennen?

____

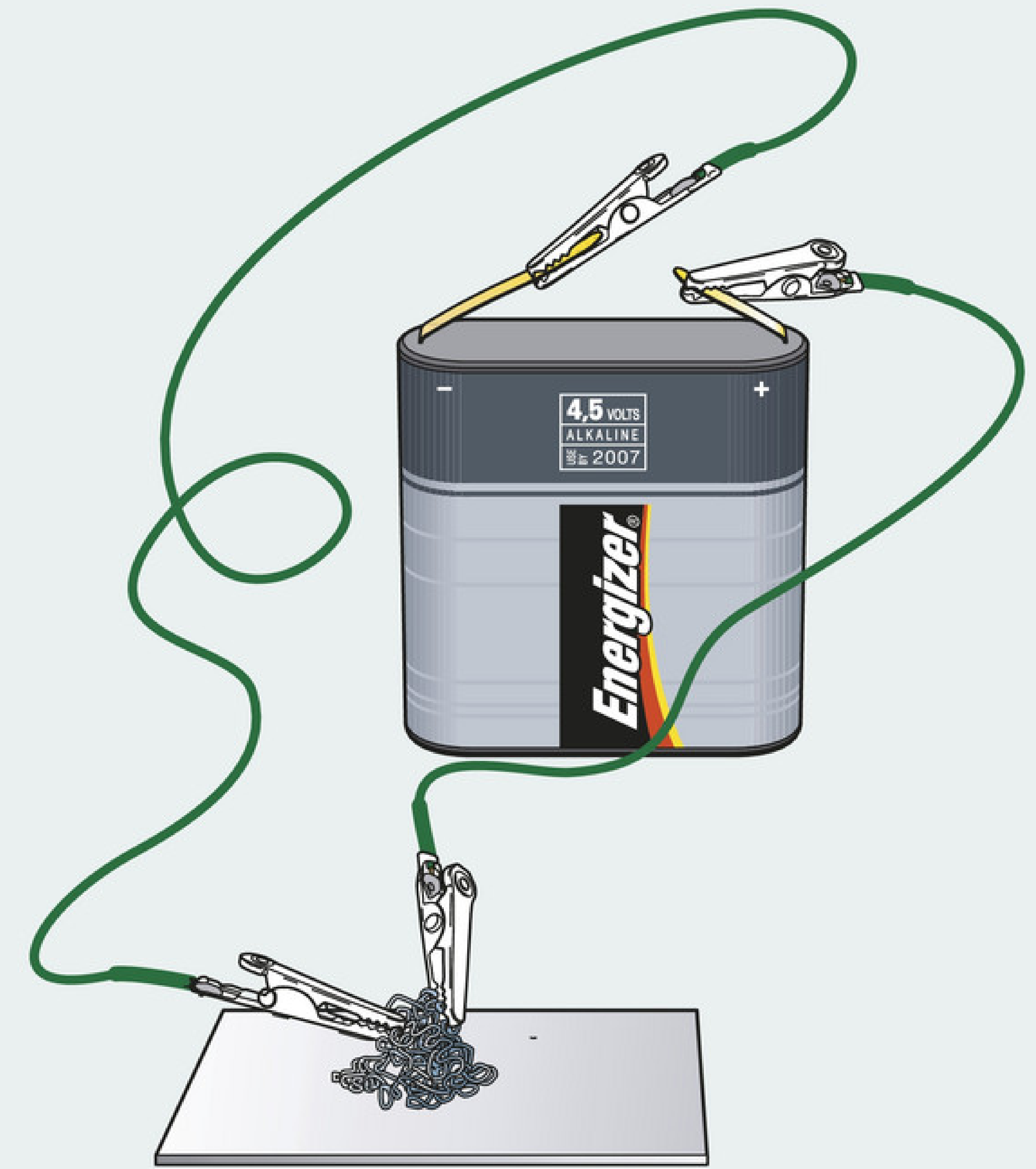
4 Om het hout te verschroeien, heb je warmte nodig.
Waar komt die warmte vandaan?
☐ A van de lens
☐ B van de warme lucht
☐ C van de zon
☐ D van het hout

- Ruim alles netjes op.

Proef 2 Elektrische energie

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 platte batterij
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 4 krokodillen-bekjes
- ☐ 1 plukje staalwol
- ☐ 1 lampje van 6 V/0,5 A
- ☐ 1 lamphouder
- ☐ 1 stukje triplex of vuurvaste plaat
- ☐ 1 model van een motor



▲ afbeelding 4
de opstelling voor proef 2

Uitvoering

- Leg het stukje triplex of de vuurvaste plaat voor je op tafel.
- Leg het plukje staalwol op het triplex of de plaat.
- Maak de krokodillen-bekjes vast aan de pluk staalwol (afbeelding 4).
- Sluit de snoeren aan op de polen van de batterij.

1 Wat gebeurt er met de staalwol?
De staalwol wordt WEL / NIET warm.
Dat komt WEL / NIET door de energie uit de batterij.

2 Welk soort energie komt uit de batterij?

____

3 Van welk materiaal is staalwol gemaakt?
- ☐ A heel sterke wol
- ☐ B isolatie-materiaal
- ☐ C kunststof
- ☐ D metaal

4 Is metaal een goede of een slechte geleider?
Metaal is een GOEDE / SLECHTE geleider.

5 De draadjes van de staalwol worden erg warm.
Dit komt WEL / NIET door de elektrische stroom.

6 Waarin wordt de elektrische energie omgezet?

De elektrische energie wordt omgezet in ________________.

- Draai het lampje in de lamphouder.
- Sluit de snoeren aan op de lamphouder, zodat het lampje brandt.
- Laat het lampje één minuut branden.
- Voel aan het lampje.

7 Wat heb je aan het lampje gezien en gevoeld?
- ☐ A Het lampje geeft alleen licht.
- ☐ B Het lampje geeft licht en wordt warm.
- ☐ C Het lampje wordt alleen warm.

8 Waarin wordt de elektrische energie in het lampje omgezet?

De elektrische energie wordt omgezet in ____________________ en ________________.

- Haal de snoeren uit de lamphouder.
- Sluit de snoeren aan op het motortje.
- Als het motortje niet draait, moet je het even op gang helpen door aan het asje te draaien.

9 Op welke energie draait het motortje?

____

10 Welke energie-omzetting vindt plaats in de elektro-motor?
- ☐ A elektrische energie → bewegings-energie
- ☐ B elektrische energie → chemische energie
- ☐ C elektrische energie → licht
- ☐ D elektrische energie → warmte

11 Schrijf in een schema: de energie-omzetting van de staalwol uit de proef.

____

12 Schrijf in een schema: de energie-omzetting van het lampje uit de proef.

____

- Ruim alles netjes op.

Spierenergie

Uit je eigen lichaam komt **spierenergie**. Je gebruikt spierenergie om te bewegen en om kracht uit te oefenen. Bijvoorbeeld rennen of iets optillen. Je spieren leveren de energie om arbeid te verrichten. Mensen en dieren hebben spierenergie (afbeelding 5).



▲ **afbeelding 5**
Mensen en dieren hebben spierenergie.

Bewegings-energie

Alle dingen die bewegen, hebben **bewegings-energie**. Een voorwerp beweegt nooit vanzelf. Bij je fiets laat je de trappers draaien met spierenergie. Je fiets gaat bewegen. Spierenergie is dan omgezet in bewegings-energie.
De wieken van een windmolen krijgen bewegings-energie van de wind. Ook een zeilboot krijgt bewegings-energie van de wind (afbeelding 6).



▲ **afbeelding 6**
Een zeilboot krijgt bewegings-energie van de wind.

Chemische energie



▲ **afbeelding 8**
In benzine zit chemische energie.

Benzine, aardgas en hout zijn **brandstoffen**. Bij verbranding van brandstoffen komt energie vrij in de vorm van warmte. Verbranden is een scheikundige verandering. Een ander woord voor scheikunde is chemie. De energie in brandstoffen heet daarom **chemische energie**.

Benzine is een voorbeeld van een brandstof (afbeelding 8). In benzine zit chemische energie. De motor van een auto zet de chemische energie om in bewegings-energie.

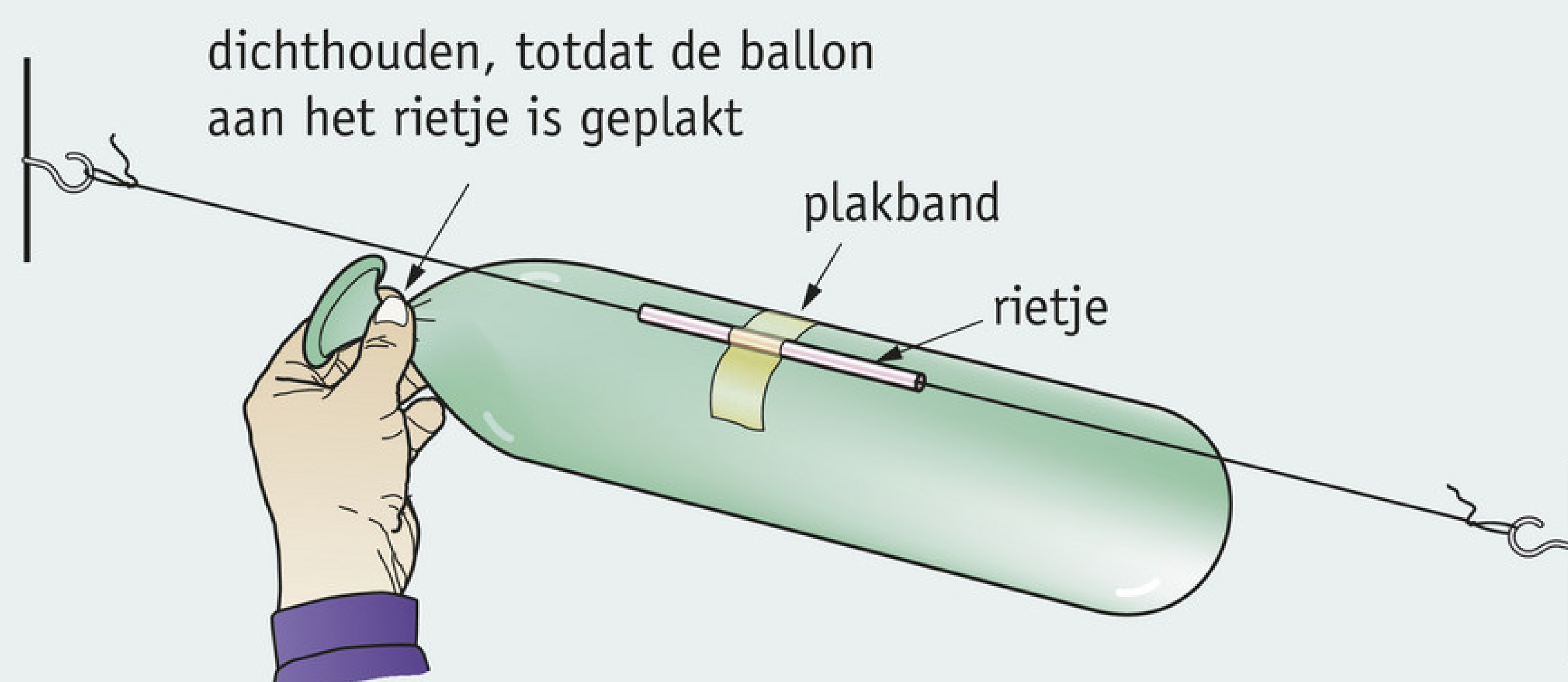
Proef 3 Energie uit lucht

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 strak gespannen draad met een rietje
- ☐ 1 langwerpige ballon
- ☐ 1 rol plakband

Uitvoering

- Je leraar spant een draad door het lokaal met een rietje eraan.
- Blaas de ballon op en houd het einde dicht met je vingers.
- Plak de ballon aan het rietje met plakband (afbeelding 7).
- Laat het uiteinde van de ballon los.



▲ **afbeelding 7**
Zo plak je de ballon vast.

1 Wat gebeurt er met de lucht in de ballon?
De lucht stroomt WEL / NIET uit de ballon.

2 Wat gebeurt er met de ballon?
De ballon gaat WEL / NIET bewegen.

3 Welk soort energie heeft de ballon dan?
- ☐ A bewegings-energie
- ☐ B elektrische energie
- ☐ C spierenergie
- ☐ D warmte-energie

4 Waar komt de energie van de ballon vandaan?
- ☐ A van de lucht die uit de ballon stroomt
- ☐ B van de luchtdruk
- ☐ C van het strak gespannen koord

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

8 Schrijf twee manieren op om de energie uit wind te gebruiken.

– ______________________________

– ______________________________

9 Welk soort energie heeft wind?

____

10 Wie maken gebruik van spierenergie?

____

11 Schrijf twee energiebronnen op die je elke dag gebruikt.

– ______________________________

– ______________________________

12 Een draaiende elektro-motor heeft bewegings-energie. De motor wordt ook warm en maakt ook geluid. Geluid is ook een vorm van energie. In de motor wordt elektrische energie omgezet in warmte, geluid en beweging.
Maak het schema van de energie-omzetting af.

elektrische energie → bewegings-energie + ______________ + ______________

+13 Welke energie-omzetting vindt plaats in een soldeerbout?

____

14 In de eerste kolom van tabel 1 staan elektrische apparaten.
Schrijf in de tweede kolom waarin de elektrische energie wordt omgezet. Soms kun je twee of drie soorten energie invullen. Eén antwoord is al voorgedaan.

▼ **tabel 1** energie-omzettingen in elektrische apparaten

apparaat	De elektrische energie wordt omgezet in:
stofzuiger	bewegings-energie en geluid (en warmte)
boormachine	
elektrische tandenborstel	
föhn	
koffiezet-apparaat	
ledlamp	
magnetron	
mp3-speler	
soldeerbout	
strijkijzer	
televisie	
wasmachine	

15 Welk soort energie zit in benzine?

____

16 Welke soorten energie ontstaan bij de verbranding van hout?

____

17 Schrijf drie brandstoffen op.

- ______________________________
- ______________________________
- ______________________________

18 Welke energie-omzetting vindt plaats bij de verbranding van aardgas?
Schrijf de energie-omzetting in een schema.

____

Onthouden!

Energie komt van een energiebron.
Energie kan nooit verdwijnen.
Arbeid verrichten betekent: energie omzetten in een andere vorm van energie.
Een energie-omzetting kun je in een schema zetten. Bijvoorbeeld:

windenergie → elektrische energie

chemische energie → bewegings-energie

Vormen van energie zijn:
- licht (de zon, een lamp);
- thermische energie (warmte);
- elektrische energie (stopcontact, batterij);
- spierenergie (mensen en dieren);
- bewegings-energie (bewegende voorwerpen);
- chemische energie (brandstoffen).

2 Fossiele brandstoffen

In brandstoffen zit chemische energie. Bijvoorbeeld in benzine, hout en aardgas. Die energie kun je gebruiken door de stof te verbranden.

Uit de grond

Veel brandstoffen komen uit de bodem, zoals steenkool, aardgas en aardolie (afbeelding 9). Deze brandstoffen zijn ontstaan uit planten en dieren die miljoenen jaren geleden leefden. De dode resten van die planten en dieren zijn fossiele resten. Steenkool, aardgas en aardolie heten daarom **fossiele brandstoffen**.



(a) steenkool



(b) aardgas



(c) aardolie

▲ **afbeelding 9**
Steenkool, aardgas en aardolie zijn fossiele brandstoffen.

Opgaven

19 Hoe noem je de resten van planten en dieren die miljoenen jaren geleden leefden?
- ☐ A afgestorven resten
- ☐ B dierenresten
- ☐ C fossiele resten
- ☐ D plantenresten

20 Schrijf drie fossiele brandstoffen op die in de grond worden gevonden.
- – ______________________
- – ______________________
- – ______________________

21 Waaruit zijn fossiele brandstoffen ontstaan?

____

____

22 Is hout een fossiele brandstof?
JA / NEE

Aardgas

Een veelgebruikte fossiele brandstof is **aardgas**. Verschillende apparaten in huis verbranden aardgas, bijvoorbeeld:

- het gasfornuis om op te koken;
- de boiler of geiser voor warm water;
- de ketel van de centrale verwarming (afbeelding 10).



▲ **afbeelding 10**
De ketel van de centrale verwarming verbrandt aardgas.

In Nederland zit aardgas diep in de grond. Vooral in de provincie Groningen zit veel aardgas in de grond. Dit gas ontstond miljoenen jaren geleden. Nederland was toen bedekt met moerassen en bossen. Dode planten en bomen lagen in een dikke laag op de grond. Eroverheen kwam zand en klei. Onder de grond vergingen de **plantenresten**. Daarbij ontstond aardgas.

Aardgas zit in grote bellen diep in de grond. Het energie-bedrijf pompt het aardgas omhoog uit de grond. Soms zakt de grond daardoor een beetje naar beneden. Er kunnen dan **aardbevingen** ontstaan. In de provincie Groningen zijn sommige huizen hierdoor kapot gegaan (afbeelding 11).



▲ **afbeelding 11**
schade aan een huis door een aardbeving

Opgaven

23 Waaruit is aardgas ontstaan?

____

24 In welk soort energie wordt aardgas meestal omgezet?

____

25 Schrijf drie toestellen op voor de verbranding van aardgas.

– ____

– ____

– ____

26 Waarom is aardgas een fossiele brandstof?
Omdat aardgas WEL / NIET is ontstaan uit fossiele resten van planten.

27 Wanneer begon aardgas in de bodem te ontstaan?

____

28 Waarmee was Nederland miljoenen jaren geleden bedekt?

____

29 Waarmee werden de plantenresten bedekt?

____

30 Vul de goede woorden in.
Kies uit: *aardbevingen – bellen – de grond – energie-bedrijf – kapot – naar beneden.*

Aardgas zit in grote ____________________ diep in de grond. Het ____________________ pompt het aardgas omhoog uit ____________________. Soms zakt de grond daardoor een beetje ____________________. Er kunnen dan ____________________ ontstaan. In de provincie Groningen zijn sommige huizen hierdoor ____________________ gegaan.

Steenkool en schaliegas


ⓐ Steenkool is een brandstof.


ⓑ Schalie is een steen met kleine belletjes aardgas erin.

▲ **afbeelding 12**
steenkool en schaliegas

De plantenresten werden miljoenen jaren geleden bedekt met klei en zand. Toen ze vergingen, ontstond er gas in de grond. Maar de plantenresten werden ook heel hard samengedrukt door alle lagen klei en zand. Daardoor veranderden de plantenresten in steenkool en in schalie.

Steenkool is een brandstof (afbeelding 12a). Vroeger verbrandden mensen steenkool in kachels om het huis warm te houden. Nu wordt steenkool vooral gebruikt door de industrie. Bijvoorbeeld in elektriciteits-centrales.

Schalie is een soort steen (afbeelding 12b). In die steen zitten kleine belletjes aardgas opgesloten. Dat gas heet **schaliegas**. Energie-bedrijven willen het schaliegas graag uit de grond halen. Maar dat is niet gemakkelijk. Ze moeten de schalie dan onder de grond kapot maken.

Om de schalie kapot te maken, spuiten ze chemische stoffen in de grond. Daarna laten ze die chemische stoffen ontploffen. Hierdoor scheurt de schalie kapot. Het gas komt dan vrij. Deze manier van werken heet **fracken**.

Bij fracken ontstaat **chemisch afval**. Dit is slecht voor het milieu. Ook is er een grote kans op aardbevingen. Veel mensen protesteren daarom tegen fracken (afbeelding 13).



▲ **afbeelding 13**
protest tegen fracken

Opgaven

31 Welke brandstoffen zijn ontstaan uit plantenresten?

____

32 Steenkool wordt WEL / NIET gebruikt in elektriciteits-centrales.

33 Waarvoor gebruikten mensen vroeger steenkool?

____

34 Vul de goede woorden in.
Kies uit: *gas – klei – samengedrukt – schalie – steenkool – zand*.

Plantenresten werden miljoenen jaren geleden bedekt met ____________________ en ____________________. Toen de plantenresten vergingen, ontstond er ____________________ in de grond. De plantenresten werden heel hard __________________________ door alle lagen klei en zand. Daardoor veranderden de plantenresten in __________________________ en in ____________________.

35 Welk gas zit in kleine belletjes opgesloten in schalie?

____

36 Hoe wordt het gas in schalie genoemd?

____

37 Vul de goede woorden in.
Kies uit: *aardbevingen – afval – chemische – fracken – kapot maken – milieu – ontploffen – schaliegas – scheurt*.

Energie-bedrijven willen het __________________ graag uit de grond halen. Ze moeten de schalie onder de grond ___________________. Om de schalie kapot te maken, spuiten ze ____________________ stoffen in de grond. Daarna laten ze die stoffen onder de grond ___________________. Hierdoor ___________________ de schalie kapot. Deze manier van werken heet ___________________. Hierbij kunnen _________________________ ontstaan. Bij fracken ontstaat chemisch _________________________. Dit is slecht voor het ________________________.

Aardolie

In de zee zit plankton. **Plankton** is een verzamelnaam voor allerlei heel kleine plantjes en diertjes. Miljoenen jaren geleden zat er ook al plankton in de zee. Dode resten van dat plankton zakten naar de bodem. Hierop kwam een laag zand en modder. In de bodem veranderde het plankton in aardolie. **Aardolie** is dus ontstaan uit de resten van het plankton van miljoenen jaren geleden.

Aardolie zit overal op de wereld in de grond. Soms onder zee en soms onder land (op die plaats was dan vroeger een zee). In de zeebodem zoeken olie-maatschappijen naar aardolie met een **booreiland** (afbeelding 14a). Als ze olie vinden, pompen ze die uit de grond omhoog met kilometers lange pijpen.

Op het land worden **ja-knikkers** gebruikt om olie uit de grond te pompen (afbeelding 14b). De bovenkant van de machine gaat steeds omhoog en omlaag. Het lijkt net of de machine ja knikt.



(a) booreiland



(b) ja-knikker

▲ **afbeelding 14**
Aardolie wordt uit de grond omhoog gepompt.

Stoffen uit aardolie

Om aardolie te kunnen gebruiken, moet de ruwe olie worden bewerkt. Dat gebeurt in een **olie-raffinaderij** (afbeelding 15).

Ruwe aardolie wordt bewerkt tot allerlei stoffen:

- benzine;
- nafta;
- kerosine;
- gasolie;
- zware destillaten;
- stookolie;
- asfalt-bitumen.

Sommige stoffen uit aardolie zijn brandstoffen. Bijvoorbeeld benzine, kerosine en gasolie. Benzine is de brandstof voor auto's. Kerosine is de brandstof voor vliegtuigen. Van gasolie wordt diesel gemaakt, dat is de brandstof voor bijvoorbeeld vrachtwagens.

gas
flessen-gas
chemie
benzine
auto-benzine
nafta
kraken
kunststof-chemie
plastics
kerosine
vliegtuig-brandstof
petroleum
gasolie
diesel
huisbrand-olie
zware destillaten
smeerolie
ruwe aardolie
kaarsen
was
chemie
cosmetica
stookolie
brandstof
elektriciteits-centrales
wegen
daken
dijk-bekleding
residu
asfalt-bitumen

▶ **afbeelding 15**
Ruwe olie wordt bewerkt in een olie-raffinaderij.

Andere stoffen uit aardolie zijn grondstoffen voor weer nieuwe stoffen. De **chemische industrie** maakt nieuwe stoffen uit aardolie. Uit nafta maken ze bijvoorbeeld **kunststoffen** (plastic). Allerlei voorwerpen zijn gemaakt van kunststof (afbeelding 16). Ook kleding, medicijnen, verf en make-up zijn gemaakt met kunststoffen.

Aardolie is de grondstof voor **asfalt** en **bitumen**. Asfalt wordt gebruikt voor wegen en bitumen voor dakbedekking.



▲ **afbeelding 16**
voorwerpen van kunststof (plastic)

Opgaven

38 Waaruit is aardolie ontstaan?
- ☐ A uit modder
- ☐ B uit plankton
- ☐ C uit zand
- ☐ D uit zeezout

39 Wat is plankton?

____

____

40 In tabel 2 staan zinnen over het ontstaan van aardolie.
Schrijf in kolom 2 de juiste volgorde van de zinnen met de cijfers 1 tot en met 4.

▼ **tabel 2** het ontstaan van aardolie

Dode resten van het plankton zakten naar de zeebodem.	
Het plankton werd bedekt met zand en modder.	
In de bodem veranderde het plankton in aardolie.	
Miljoenen jaren geleden leefde er plankton in zee.	

41 Schrijf vier fossiele brandstoffen op.
- ______________________________
- ______________________________
- ______________________________
- ______________________________

42 Welke brandstof is geen fossiele brandstof?
- ☐ A aardgas
- ☐ B aardolie
- ☐ C hout
- ☐ D steenkool

43 Gebruik je thuis ruwe aardolie?
JA / NEE

44 Wordt aardolie alleen gebruikt als energiebron?
JA / NEE, want er worden VEEL / GEEN andere dingen van gemaakt.

45 Hoe noem je een fabriek waar aardolie wordt verwerkt?

____

46 Zoek in afbeelding 15 op waarvoor stookolie wordt gebruikt.

Stookolie wordt gebruikt voor ____________________ en voor

____________________.

47 Aardolie is de grondstof voor veel voorwerpen en stoffen.
Schrijf vijf stoffen op waarvoor aardolie de grondstof is. Gebruik daarbij afbeelding 15.

– ____________________

– ____________________

– ____________________

– ____________________

– ____________________

48 In tabel 3 staan tien verschillende brandstoffen.
Wordt de brandstof wel of niet uit aardolie gemaakt?
Zet een kruisje in de goede kolom. Gebruik daarbij afbeelding 15.

▼ **tabel 3** brandstoffen

brandstof	wel uit aardolie	niet uit aardolie	brandstof	wel uit aardolie	niet uit aardolie
aardgas			huisbrandolie		
benzine			kerosine		
dieselolie			petroleum		
flessengas			steenkool		
houtskool			stookolie		

Onthouden!

Aardgas, schaliegas, steenkool en aardolie zijn fossiele brandstoffen.
Fossiele brandstoffen zijn in de loop van miljoenen jaren ontstaan uit plantenresten.
Aardgas wordt uit de grond gehaald door het omhoog te pompen.
Door omhoog pompen van aardgas kunnen aardbevingen ontstaan.
Schaliegas wordt uit steen gehaald door fracken (de steen breken).
Bij fracken ontstaat chemisch afval.
Aardolie wordt uit de grond gehaald met een booreiland of met ja-knikkers.
Ruwe olie wordt bewerkt in een olie-raffinaderij.
Uit ruwe aardolie worden brandstoffen gemaakt.
Uit ruwe aardolie worden grondstoffen gemaakt voor de chemische industrie.
Kunststoffen worden gemaakt uit aardolie.

3 Fossiele brandstoffen en het milieu

Bij gebruik van fossiele brandstoffen komen afvalstoffen vrij. Die afvalstoffen zijn schadelijk voor het milieu.

Zure regen

Aardgas, schaliegas, aardolie en steenkool zijn fossiele brandstoffen. Bij de verbranding van deze stoffen ontstaan **rookgassen**. In de rookgassen zitten schadelijke stoffen. Deze stoffen zijn giftig of slecht voor het milieu.



▲ **afbeelding 17**
Bomen kunnen doodgaan door zure regen.

De schadelijke stoffen in rookgassen zijn:
- zwavelgassen;
- stikstofgassen;
- koolstof-mono-oxide.

Zwavelgassen en stikstofgassen gaan met de rook mee de lucht in. Met de regen vallen deze stoffen weer naar beneden. Die regen noem je **zure regen**. Zure regen komt terecht in het oppervlaktewater (kanalen, beekjes, rivieren, plassen en meren). Daardoor wordt het water zuur. In zuur water kunnen minder planten en dieren leven.

Zure regen is ook slecht voor bomen en planten. Hun bladeren gaan ervan kapot. Daardoor kan de boom of plant doodgaan (afbeelding 17).

Zuurgraad

Met indicator-papier kun je onderzoeken hoe zuur een vloeistof is (afbeelding 18). Als je indicator-papier nat maakt, krijgt het papier een kleur. Aan die kleur zie je hoe zuur de vloeistof is.



▲ **afbeelding 18**
een rol indicator-papier

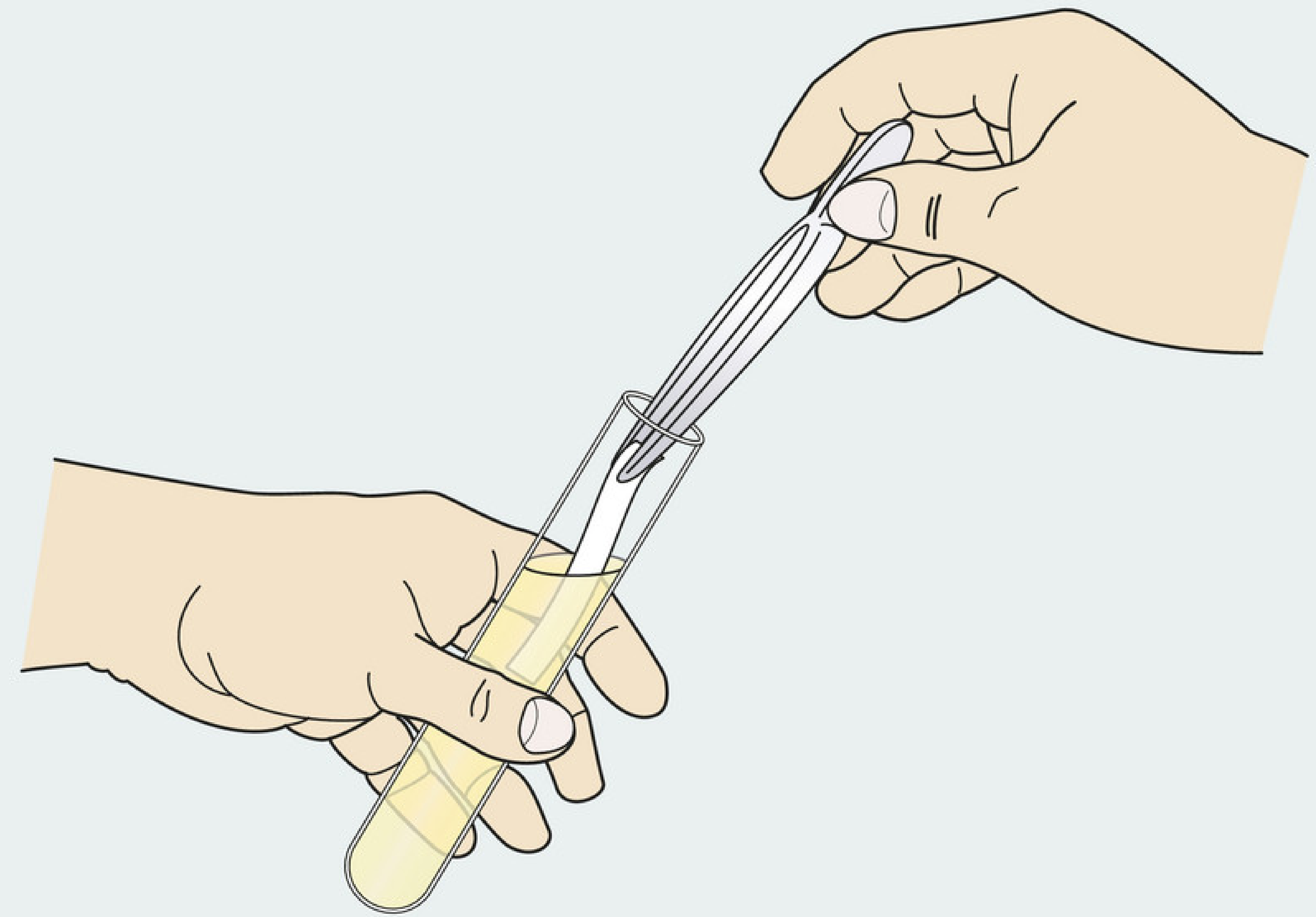
Op de verpakking van het indicator-papier staan de kleuren. Bij elke kleur staat een getal. Dat getal is de **zuurgraad**. De zuurgraad geeft aan hoe zuur de vloeistof is.

Een andere naam voor zuurgraad is **pH-waarde**:
- Bij een pH-waarde lager dan 7 is de vloeistof **zuur**.
- Bij een pH-waarde hoger dan 7 noem je de vloeistof **basisch**.
- Een pH-waarde van precies 7 is **neutraal**. Neutraal betekent dat de vloeistof niet zuur is en ook niet basisch.

Proef 4 De zuurgraad bepalen

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 reageerbuis-rek
- ☐ 1 reageerbuis met gedestilleerd water
- ☐ 1 reageerbuis met kraanwater
- ☐ 1 reageerbuis met azijn
- ☐ 1 reageerbuis met zeepwater
- ☐ 1 reageerbuis met regenwater
- ☐ 1 reageerbuis met ammonia-oplossing
- ☐ 1 rol universeel indicator-papier
- ☐ 1 pincet
- ☐ 1 stukje keukenrol of een doekje
- ☐ 1 watervaste stift
- ☐ 1 rolletje doorzichtig plakband
- ☐ 1 schaar



▲ **afbeelding 19**
Zo houd je het indicator-papier in de reageerbuis.

Uitvoering

- Scheur een stukje van ongeveer 2 cm van het indicator-papier af.
- Maak het papier nat met gedestilleerd water (afbeelding 19).

1 Wat gebeurt er met het indicator-papier?
De kleur wordt WEL / NIET een beetje donkerder.

2 Welk getal staat bij de kleur die je indicator-papier nu heeft?

____

- Laat het papiertje even drogen.
- Plak het papier op de juiste plaats in kolom 3 van tabel 4.

- Zet het reageerbuis-rek voor je neer.
- Nummer de reageerbuizen zoals in tabel 4 is aangegeven.
- Scheur vijf stukjes indicator-papier af van ongeveer 2 cm.
- Nummer de stukjes papier van 2 tot en met 6.
- Leg de stukjes op tafel voor de reageerbuizen met hetzelfde nummer.
- Meet met papiertje 2 de zuurgraad van de vloeistof in reageerbuis 2.

3 Schrijf de gemeten pH-waarde in kolom 4 van tabel 4.

- Veeg je pincet schoon.
- Doe hetzelfde met de papiertjes 3, 4, 5 en 6. Veeg elke keer je pincet schoon.
- Laat de papiertjes even drogen.
- Plak ze daarna op de juiste plaats in tabel 4.

▼ **tabel 4** de zuurgraad van verschillende stoffen

buis	stof	indicator-papier	pH-waarde
1	gedestilleerd water	*Plak hier je indicator-papier.*	
2	kraanwater	*Plak hier je indicator-papier.*	
3	azijn	*Plak hier je indicator-papier.*	
4	zeepwater	*Plak hier je indicator-papier.*	
5	regenwater	*Plak hier je indicator-papier.*	
6	ammonia-oplossing	*Plak hier je indicator-papier.*	

4 Welke vloeistoffen zijn zuur?

____

5 Welke vloeistoffen zijn neutraal?

____

6 Welke vloeistoffen zijn basisch?

____

7 Wat is de pH-waarde van regenwater?
- ☐ A De pH-waarde is lager dan 7.
- ☐ B De pH-waarde is precies 7.
- ☐ C De pH-waarde is hoger dan 7.

8 Is het regenwater zure regen?
JA / NEE, want de zuurgraad is HOGER / LAGER dan 7.

9 Hoe noem je een vloeistof met een pH-waarde van 8?
- ☐ A basisch
- ☐ B neutraal
- ☐ C zuur

- Ruim alles netjes op.

Werken met stoffen

Opleiding laborant

Lisa werkt in een laboratorium. In het laboratorium worden testen gedaan met allerlei stoffen. Lisa werkt daar met moderne technieken en apparaten. Ze heeft de mbo-opleiding voor laborant gedaan. Als laborant moet je heel precies zijn. Als je slordig bent, kan het resultaat van de proef verkeerd zijn. Ook werk je met gevaarlijke stoffen. Veiligheid is dan erg belangrijk. Als laborant kun je gaan werken in een laboratorium, in de chemische industrie of in de voedselindustrie.



▲ **afbeelding 20**
Lisa is laborant.

Opgaven

49 Welk soort brandstoffen wordt het meest gebruikt?

____

50 Hoe krijg je energie uit brandstof?

____

51 Waar halen we fossiele brandstoffen vandaan?

____

52 Schrijf vier fossiele brandstoffen op.

____

53 Als je fossiele brandstoffen verbrandt, komt er rook uit de schoorsteen. In die rook zitten schadelijke stoffen.
Schrijf twee schadelijke stoffen op die in de rook zitten.

– ____

– ____

54 Hoe komen deze stoffen weer op aarde terecht?

____

55 Hoe noem je de regen die door deze stoffen is vervuild?

____

56 Is de pH-waarde van zure regen hoger of lager dan 7?

____

57 In tabel 5 staan zes soorten water.
Is het wel of geen oppervlakte-water?
Zet een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 5** wel oppervlakte-water of geen oppervlakte-water?

soort water	wel oppervlakte-water	geen oppervlakte-water
grondwater		
kanaalwater		
leidingwater		
rivierwater		
slootwater		

58 Wat gebeurt er met de dieren in oppervlakte-water door zure regen?

Dieren die van dit zure water drinken, ______________________________

Vissen die in dit water leven, ______________________________

59 In zuur water kunnen MEER / MINDER planten en dieren leven dan in neutraal water.

60 Welk gevolg heeft zure regen voor bomen en planten?

____

____

Broeikaseffect

Fossiele brandstoffen bestaan voor een groot deel uit koolstof. Het symbool voor koolstof is **C**.
Bij verbranding heb je altijd zuurstof nodig. Het symbool voor zuurstof is **O**.

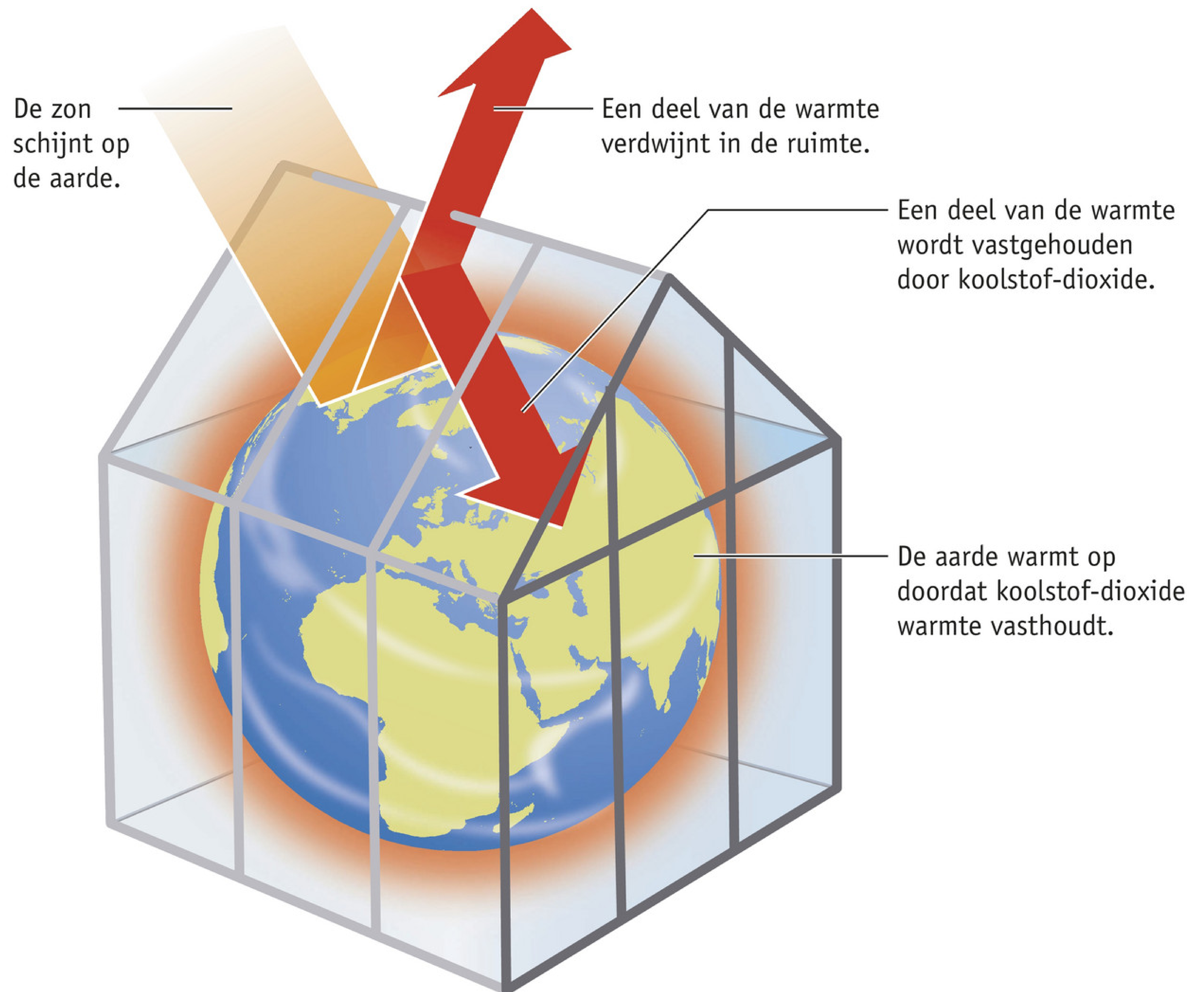
Bij verbranding ontstaat een verbinding tussen koolstof-atomen en zuurstof-atomen. Er ontstaat dan een nieuwe stof. Een molecuul van die nieuwe stof heeft steeds één atoom koolstof (C) en twee atomen zuurstof (O). Je krijgt: $C + O + O = C + O_2 =$ **CO_2** (spreek uit: see-oo-twee). Deze stof heet **koolzuurgas** of **koolstof-dioxide**. Koolstof-dioxide is niet gevaarlijk of giftig. Maar koolstof-dioxide houdt wel warmte vast.

Misschien heb je in een tuin wel eens een **broeikas** gezien (afbeelding 21). Het glas laat de warmte van de zon door. Het glas houdt ook de warmte in de kas vast. Hierdoor wordt het warm in de kas.
In de lucht werkt koolstof-dioxide op dezelfde manier als het glas van een broeikas. Rond de aarde ligt een dikke laag lucht. In die lucht zit onder andere koolstof-dioxide. Dit koolstof-dioxide houdt de warmte van de zon vast. Koolstof-dioxide wordt daarom een **broeikasgas** genoemd. Zonder koolstof-dioxide in de lucht zou het op aarde veel te koud zijn om te leven.



▲ **afbeelding 21**
een broeikas in de tuin

Hoe meer koolstof-dioxide in de lucht, hoe meer warmte wordt vastgehouden. Mensen gebruiken steeds meer fossiele brandstoffen. Daardoor komt er steeds meer koolstof-dioxide in de lucht. Het wordt daardoor steeds warmer op aarde. De opwarming van de aarde door koolstof-dioxide heet het **broeikaseffect** (afbeelding 22).

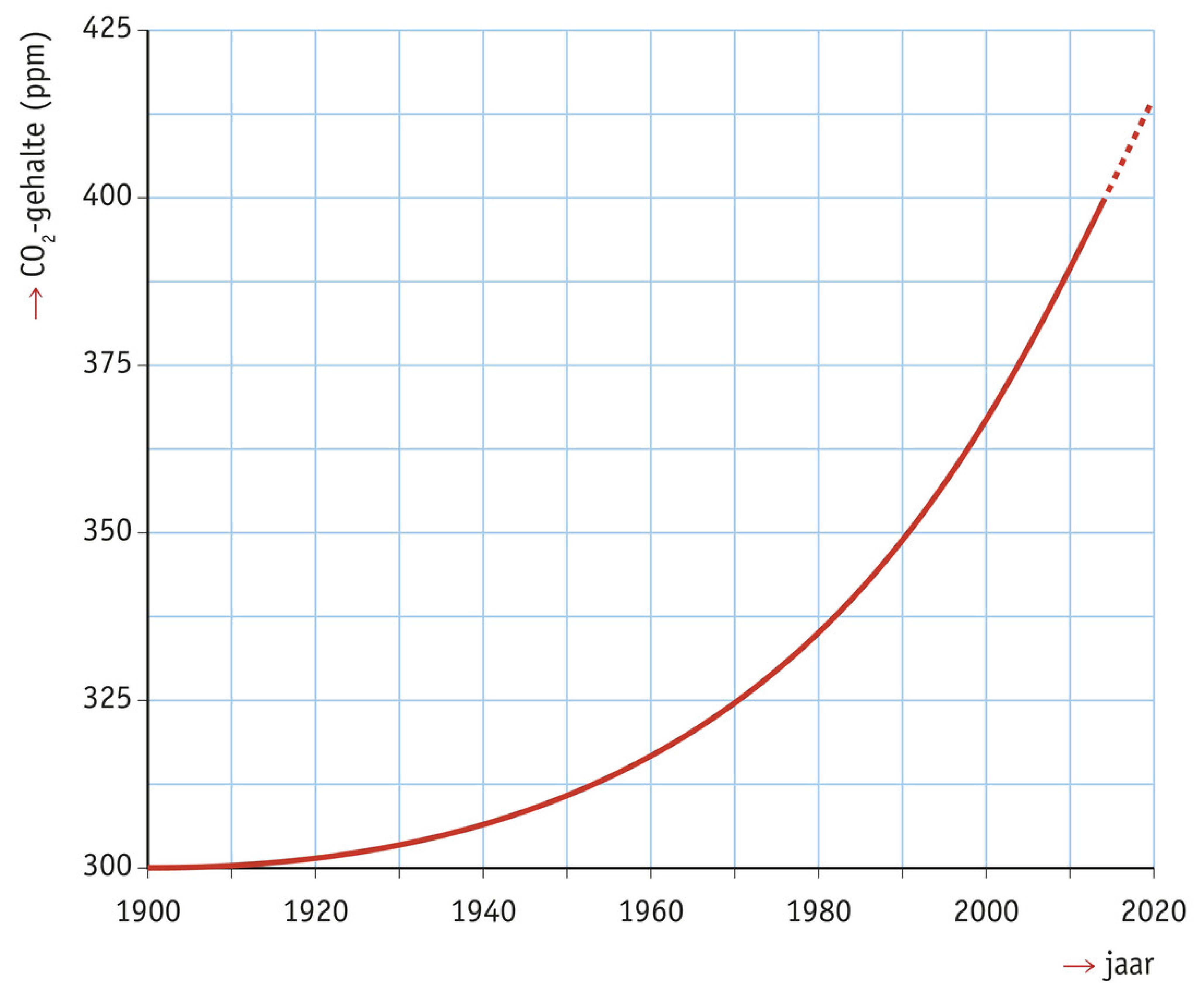


▲ **afbeelding 22**
het broeikaseffect

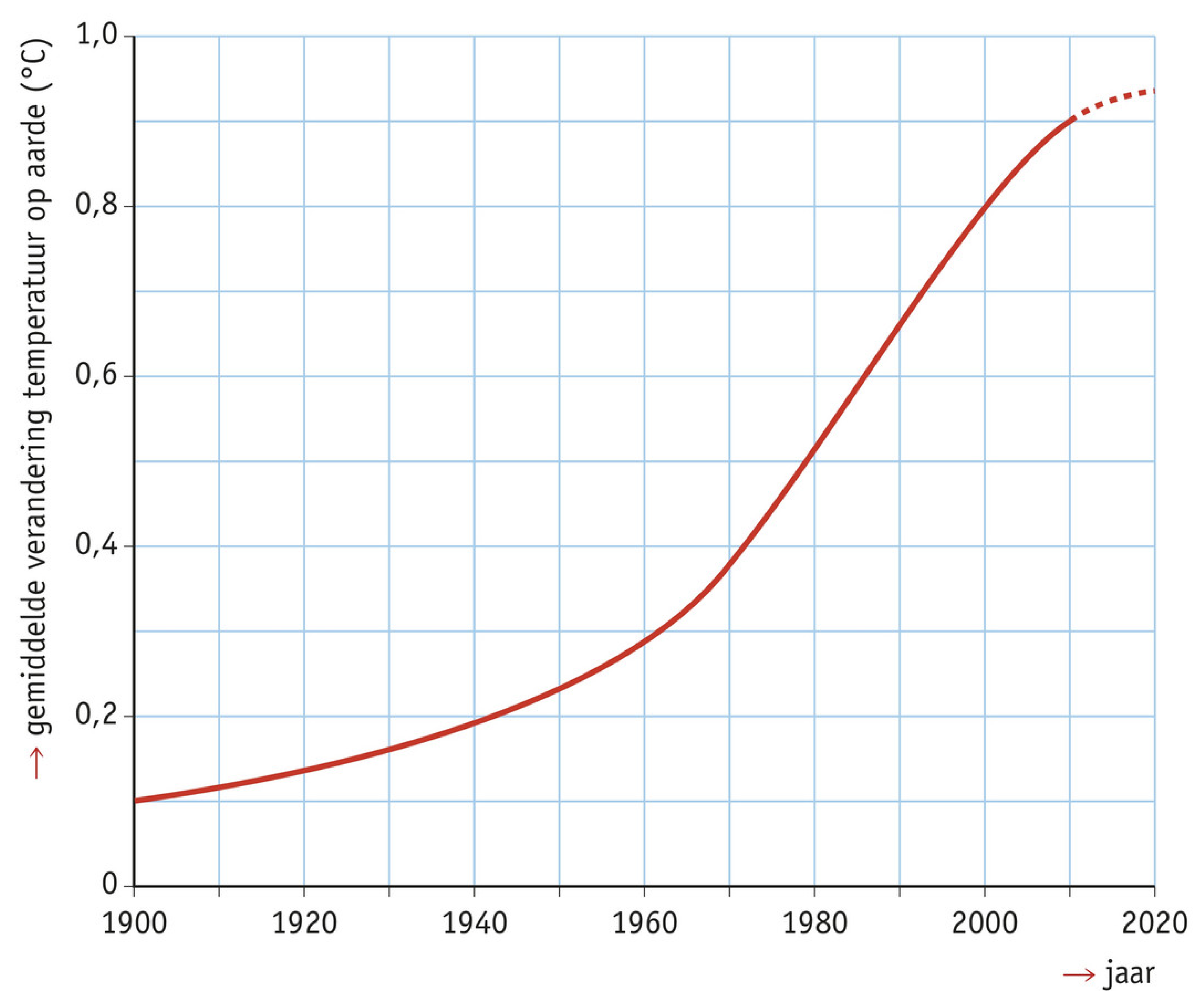
In afbeelding 23a zie je de hoeveelheid koolstof-dioxide (CO_2) in de lucht tussen 1900 en nu. Je ziet dat het steeds meer wordt. Ernaast zie je hoe de temperatuur op aarde is gestegen. Je ziet dat het steeds warmer wordt. Door het broeikaseffect verandert het klimaat op aarde.

Doordat het steeds warmer wordt, smelt het ijs van de Zuidpool en van gletsjers. Hierdoor stijgt het zeewater. In Nederland hebben we daardoor hogere dijken nodig.

Het ijs van de Noordpool smelt ook. Maar dit ijs drijft in zee. Daardoor zorgt het smeltende Noordpoolijs niet voor een stijging van het zeewater.



ⓐ hoeveelheid CO_2 in de lucht



ⓑ temperatuur op aarde

▲ **afbeelding 23**
de hoeveelheid koolstof-dioxide (CO_2) in de lucht tussen 1900 en nu en de temperatuur op aarde

Opgaven

61 Links staan vier stoffen. Rechts staan de afkortingen van die stoffen.
Trek een lijn van elke stof naar de juiste letter. Eén stof is al voorgedaan.

koolstof ○	○ S
koolstof-dioxide ○	○ N
stikstof ○	○ C
zwavel ○	○ CO_2

62 Uit welke stof bestaan fossiele brandstoffen voor een groot deel?

Fossiele brandstoffen bestaan voor een groot deel uit ______________________.

63 Van welke stof is C het scheikundig symbool?

____

64 Welke stof heb je nodig om een brandstof te verbranden?
- ☐ A koolstof
- ☐ B stikstof
- ☐ C zuurstof
- ☐ D water

65 Welk soort verschijnsel is verbranden?
- ☐ A een biologisch verschijnsel
- ☐ B een natuurkundig verschijnsel
- ☐ C een scheikundig verschijnsel

66 Welke stof ontstaat bij de verbranding van een fossiele brandstof?
- ☐ A koolstof-dioxide
- ☐ B koolwaterstof
- ☐ C stikstof
- ☐ D waterstof

67 Welke eigenschappen horen bij koolstof-dioxide?
Koolstof-dioxide is WEL / NIET gevaarlijk of giftig.
Koolstof-dioxide houdt WEL / NIET warmte vast.

68 Waardoor komt er steeds meer koolstof-dioxide in de lucht?

Omdat mensen veel ______________________ verbranden.

69 Wat is het broeikaseffect?

____

____

70 Welk gevolg heeft het broeikaseffect voor ons klimaat?
Het wordt KOUDER / WARMER.

71 Bekijk de grafiek van afbeelding 23b.
Met hoeveel graden is de temperatuur op aarde toegenomen in 2000?

Met ________ °C.

72 Wat gaat er gebeuren met het ijs op de Noordpool en op de Zuidpool?

____

73 Wat gebeurt er met het zeewater als het ijs van de Zuidpool smelt?
- ☐ A Het zeewater zal dalen.
- ☐ B Het zeewater zal gelijk blijven.
- ☐ C Het zeewater zal stijgen.

74 Wat moeten we in de toekomst met onze dijken doen?

De dijken moeten ______________ worden.

Onthouden!

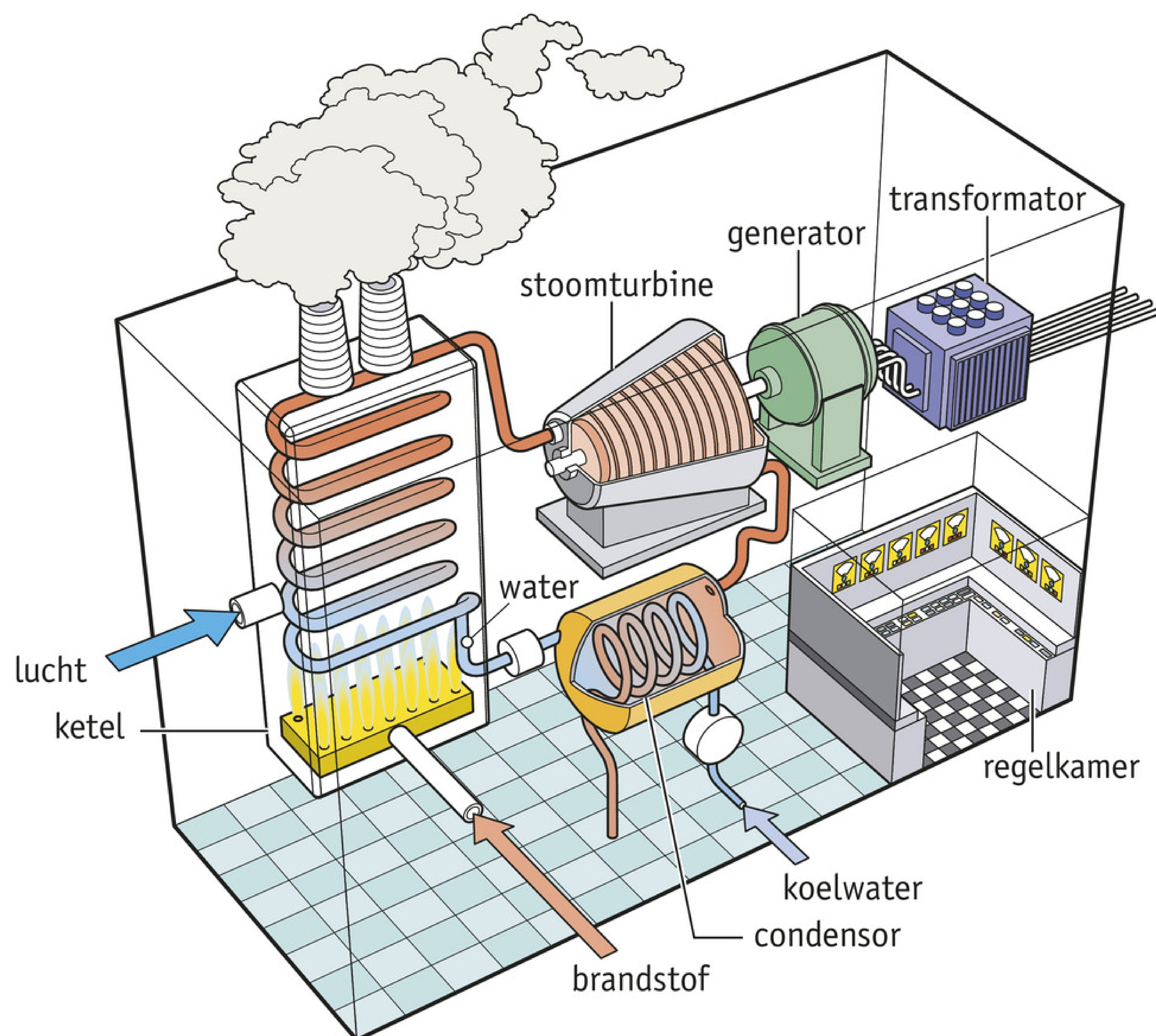
Bij de verbranding van fossiele brandstoffen ontstaan rookgassen en koolstof-dioxide.
Zure regen ontstaat door zwavel en stikstof in rookgassen.
Zure regen is slecht voor het milieu.
Met indicator-papier onderzoek je hoe zuur een vloeistof is.
De opwarming van de aarde door koolstof-dioxide heet het broeikaseffect.
Het broeikaseffect ontstaat door koolstof-dioxide in de lucht.

4 Wind, water en zon

Fossiele brandstoffen zijn veelgebruikte energiebronnen. Maar fossiele brandstoffen raken op. Daarom onderzoeken mensen ook andere energiebronnen, zoals wind, water en zon.

Elektrische energie

Elektrische energie gebruik je uit het stopcontact, een batterij, een accu of een dynamo. De elektriciteit voor het stopcontact wordt gemaakt in een **elektriciteits-centrale** (afbeelding 24).



▲ **afbeelding 24**
een elektriciteits-centrale

Een elektriciteits-centrale zet chemische energie uit brandstof om in elektrische energie. De brandstof is bijvoorbeeld aardolie, aardgas of steenkool. De verbranding gebeurt in een ketel. Die ketel werkt ongeveer zoals de ketel van de centrale verwarming in huis. Maar de ketel in een elektriciteits-centrale is 60 meter hoog.

Bij de verbranding ontstaat warmte. Met die warmte wordt water verwarmd totdat het verdampt. Dan ontstaat **stoom**. Door een buis gaat de stoom naar een **stoomturbine**. De turbine gaat draaien door de stoom. De draaiende turbine laat een **generator** draaien. Een generator is een grote dynamo.



▲ **afbeelding 25**
hoogspannings-kabels

In de generator zitten elektro-magneten en spoelen. Als de generator draait, wordt elektrische stroom opgewekt. De stroom gaat door **hoogspannings-kabels** naar andere delen van het land (afbeelding 25). Via transformator-huisjes en verdeelkasten komt de elektrische stroom in huizen en fabrieken.

Proef 5 Energie uit stoom

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 brander
- ☐ 1 driepoot
- ☐ 1 gaasje
- ☐ 1 erlenmeyer
- ☐ 1 doorboorde stop met twee gaten
- ☐ 1 gebogen buisje
- ☐ 1 thermometer
- ☐ 1 model van een turbine (schoepenrad)
- ☐ water

Uitvoering

- Vul de erlenmeyer voor de helft met water.
- Maak de opstelling van afbeelding 26.

  Let op dat het buisje niet op iemand is gericht, want dat is gevaarlijk als er stoom uit komt.
  Het reservoir van de thermometer moet boven het water blijven.

- Steek de brander aan.
- Regel de juiste vlam om het water te verwarmen.
- Verwarm het water totdat het kookt.



▲ **afbeelding 26**
de opstelling voor proef 5

1 Waaraan kun je zien dat het water kookt?
☐ A Het water beweegt een klein beetje.
☐ B Het water borrelt heftig.
☐ C Het water dampt een klein beetje.
☐ D Het water verkleurt.

2 Wat is de temperatuur van kokend water?

____

3 Wat komt er uit het gebogen buisje?
☐ A kokend water
☐ B lucht
☐ C stoom
☐ D water-druppels

4 Lees op de thermometer de temperatuur van de stoom af.
Wat is de temperatuur van de stoom?

______

5 Waarom mag je het buisje niet op iemand richten?

______

______

- Zet het schoepenrad voor het buisje waar de stoom uit komt (afbeelding 27).



▲ **afbeelding 27**
de opstelling met het schoepenrad

6 Welk soort energie heeft de stoom die uit het buisje komt?

______

7 De stoom uit het buisje laat het schoepenrad draaien. In een elektriciteits-centrale gebeurt dat ook.
Hoe heet het draaiende schoepenrad in een elektriciteits-centrale?

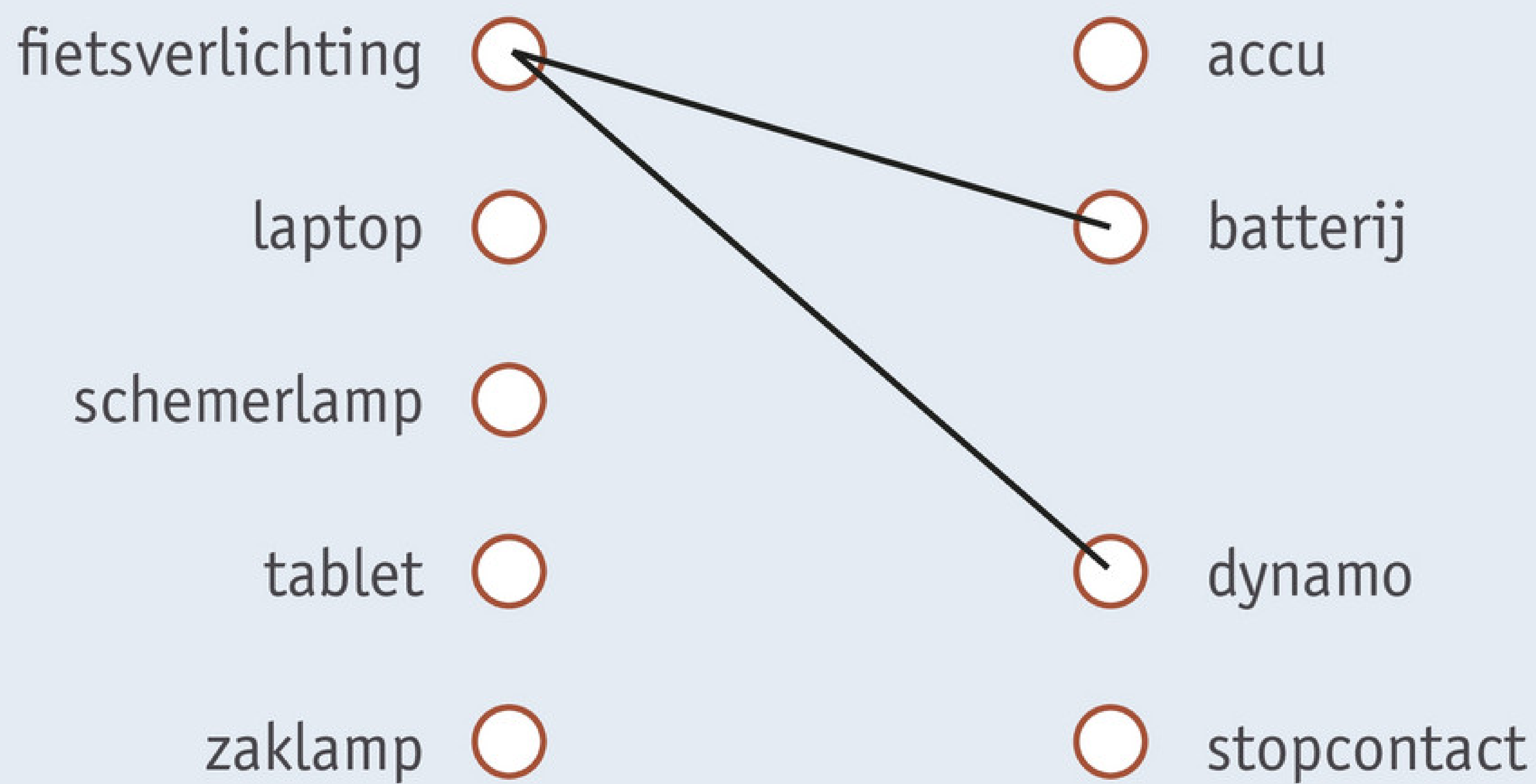
______

8 Hoe heet in een elektriciteits-centrale de dynamo die elektrische stroom opwekt?
☐ A generator
☐ B schoepenrad
☐ C transformator
☐ D turbine

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

75 Je gebruikt elektrische energie uit een spanningsbron.
Links staan apparaten die op elektriciteit werken. Rechts staat de spanningsbron.
Trek een lijn van het apparaat naar de spanningsbronnen waarop het apparaat kan werken. Eén antwoord is al voorgedaan.



76 Waar wordt de elektriciteit voor het stopcontact gemaakt?

____

77 Vul de goede woorden in.
Kies uit: *aardgas – aardolie – centrale verwarming – chemische – elektrische – ketel – meter – steenkool.*

Een elektriciteits-centrale zet ____________ energie uit brandstof om in ____________ energie. De brandstof is bijvoorbeeld ____________ of ____________ of ____________. De verbranding gebeurt in een ____________. De ketel werkt ongeveer hetzelfde als de ketel van de ____________ in huis. Maar de ketel in een elektriciteits-centrale is wel 60 ____________ hoog.

78 Vul de goede woorden in.
Kies uit: *draaien – dynamo – generator – stoom – stoomturbine – verbranding – verdampt.*

Bij de ____________ in de ketel van een elektriciteits-centrale ontstaat warmte. Met die warmte wordt water verwarmd totdat het ____________. Dan ontstaat ____________. Door een buis gaat de stoom naar een ____________. De turbine gaat ____________ door de stoom. De draaiende turbine laat een ____________ draaien. Een generator is een grote ____________.

79 Hoe komt de stroom van de elektriciteits-centrale in andere delen van het land?

De stroom gaat door ____________ naar andere delen van het land.
Via ____________ en ____________ komt de elektrische stroom in huizen en fabrieken.

Duurzame energie

Elektrische energie kun je opwekken door fossiele brandstoffen te verbranden. Maar over een tijd zijn alle fossiele brandstoffen op. Daarom zoeken mensen naar energiebronnen die niet opraken. **Duurzame energie** is energie van energiebronnen die het milieu niet vervuilen en die niet opraken.

Een voorbeeld van duurzame energie is **groene stroom**. Groene stroom is elektrische energie uit het stopcontact. Alleen is deze elektrische energie niet gemaakt met fossiele brandstoffen, maar bijvoorbeeld met windmolens. Groene stroom wordt geleverd door het energie-bedrijf.

Opgaven

80 Fossiele brandstoffen raken WEL / NIET op.

81 Duurzame energie raakt WEL / NIET op.

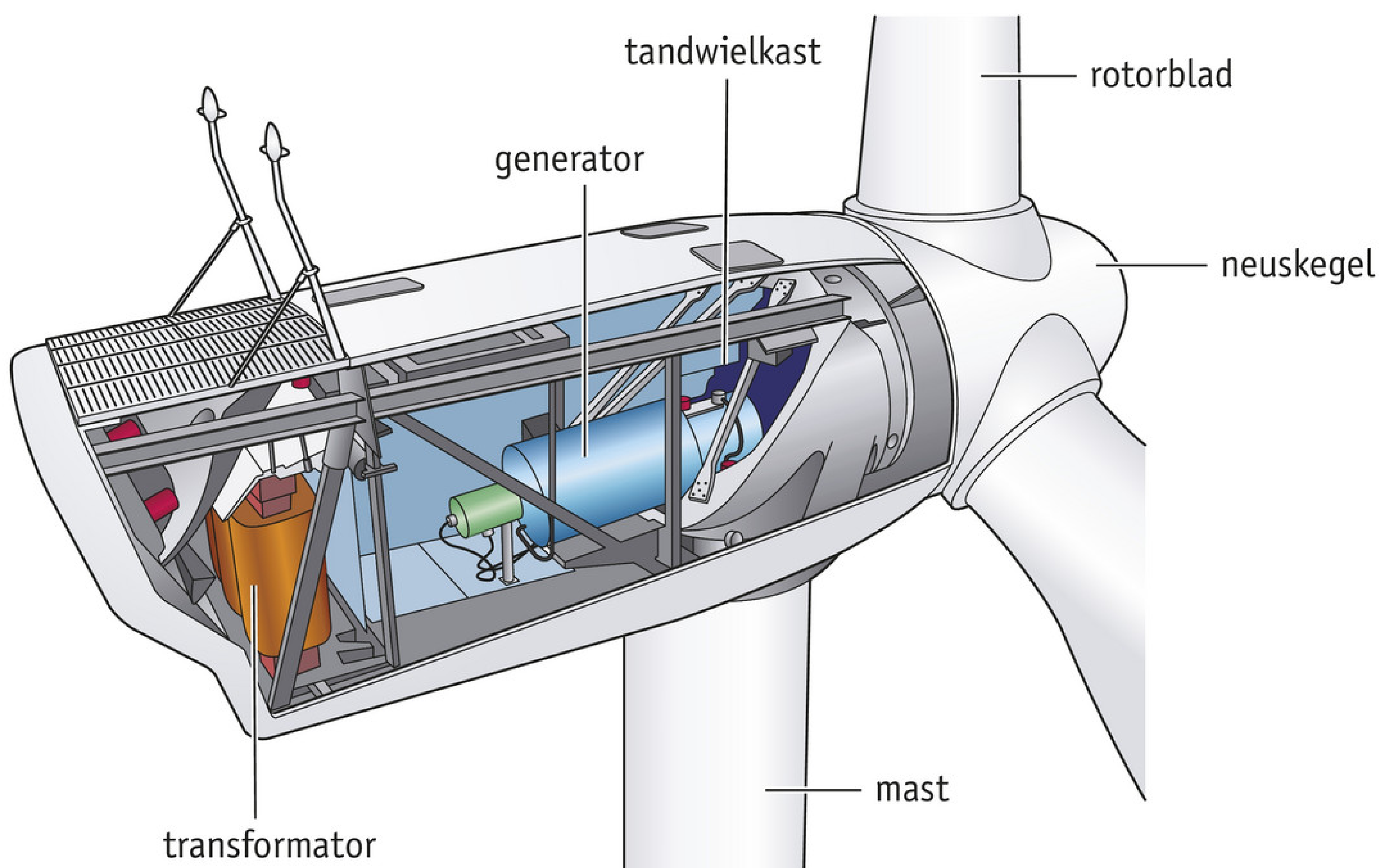
82 Fossiele brandstoffen vervuilen het milieu WEL / NIET.

83 Duurzame energiebronnen vervuilen het milieu WEL / NIET.

84 Groene stroom is WEL / NIET gemaakt met fossiele brandstoffen.

Windenergie

Met windmolens kan elektrische energie worden gemaakt. De technische naam voor een windmolen is **windturbine** (afbeelding 28). Een windturbine in Nederland levert gemiddeld 1 MW aan energie. Dat is genoeg energie voor ongeveer 500 gezinnen.
1 MW = 1 megawatt = 1 000 000 watt = 1 miljoen watt



▶ **afbeelding 28**
een windturbine

Een windturbine gebruikt de bewegings-energie van de wind. De bewegings-energie wordt omgezet in elektrische energie. Je hoeft dus geen brandstof te verbranden om de windturbine te laten draaien.

Toch hebben windturbines ook nadelen. Een draaiende windturbine geeft een lage bromtoon. Mensen die dicht bij een turbine wonen, hebben soms last van dit geluid.

Ook klagen mensen wel eens over **horizon-vervuiling**. Hiermee bedoelen ze dat hun uitzicht wordt verpest door de windmolens. Ze zien de natuur liever zonder windmolens erin.

Windturbines staan vaak in groepen bij elkaar. Zo'n groep windturbines noem je een windmolenpark. In Nederland wordt een windmolenpark vaak gebouwd in de zee (afbeelding 29). Daar staan geen gebouwen, dus het waait er hard. Ook heeft niemand hier last van het geluid van de turbines.



▶ **afbeelding 29**
een windmolenpark op zee

Opgaven

85 Welk soort energie wordt door een windturbine opgewekt?

___

86 Schrijf de energie-omzetting van een windturbine in een schema.

___

87 Schrijf twee nadelen op van een windmolenpark.

– ___

– ___

88 Schrijf twee redenen op waarom een windmolenpark in zee wordt gebouwd.

– ___

– ___

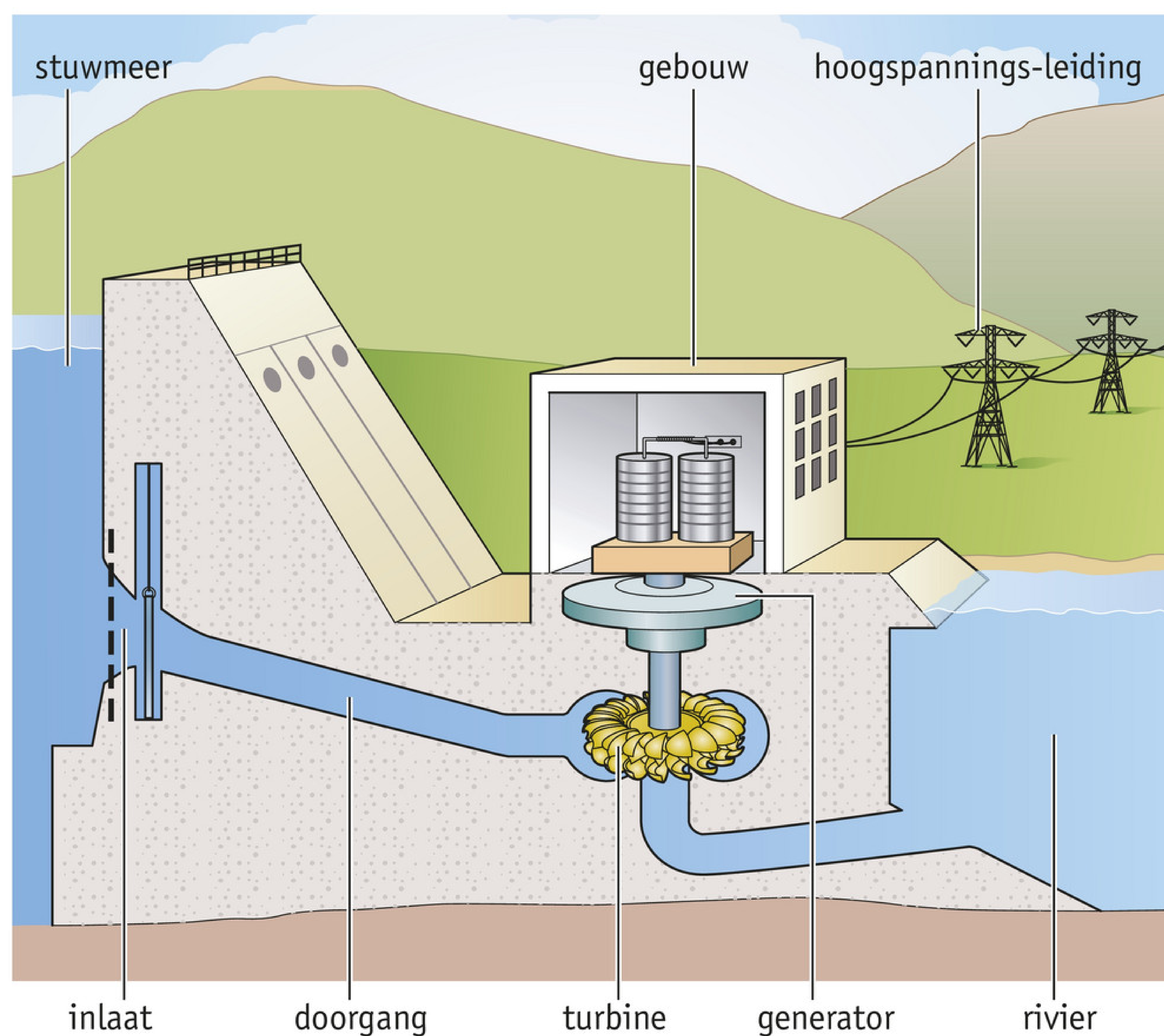
Waterkracht-centrale

Stromend water heeft bewegings-energie. In een **waterkracht-centrale** wordt bewegings-energie van water omgezet in elektrische energie. Dat gebeurt in een grote dam (afbeelding 30).



▲ **afbeelding 30**
de dam van een waterkracht-centrale

De dam houdt het water tegen. Aan de ene kant staat het water hoog. Aan de andere kant staat het water laag. Het water stroomt door een tunnel in de dam naar beneden. In de tunnel zit een turbine (afbeelding 31). Door het stromende water gaat de turbine draaien.



▲ **afbeelding 31**
Zo werkt een waterkracht-centrale.

De turbine drijft een generator aan. De generator zet de bewegings-energie van het water om in elektrische energie. De elektriciteit gaat door hoogspannings-kabels naar de huizen. Het water raakt niet vervuild en stroomt gewoon verder in de rivier.

Een waterkracht-centrale heeft ook nadelen. Een nadeel is dat mensen soms moeten verhuizen. Dat komt omdat het meer door de dam veel groter wordt dan het eerst was. De huizen vlak bij het meer komen dan onder water te staan. De mensen die er wonen, moeten ergens anders naartoe.

Opgaven

89 Stromend water heeft WEL / GEEN bewegings-energie.

90 Vul de goede woorden in.
Kies uit: *dam – draaien – generator – hoog – laag – tegen – tunnel – turbine – waterkracht-centrale*.

Bewegings-energie van water wordt omgezet in elektrische energie in een ____________________

______________. Een grote ______________________ houdt het water ________________________.

Aan de ene kant staat het water _________________________________.

Aan de andere kant staat het water _________________________________. Het water stroomt

door een _________________________________ naar een _________________________________.

Door het stromende water gaat de turbine _________________________________. De turbine

drijft een _________________________________ aan.

91 Welk nadeel heeft een waterkracht-centrale?

____

____

____

____

____

____

____

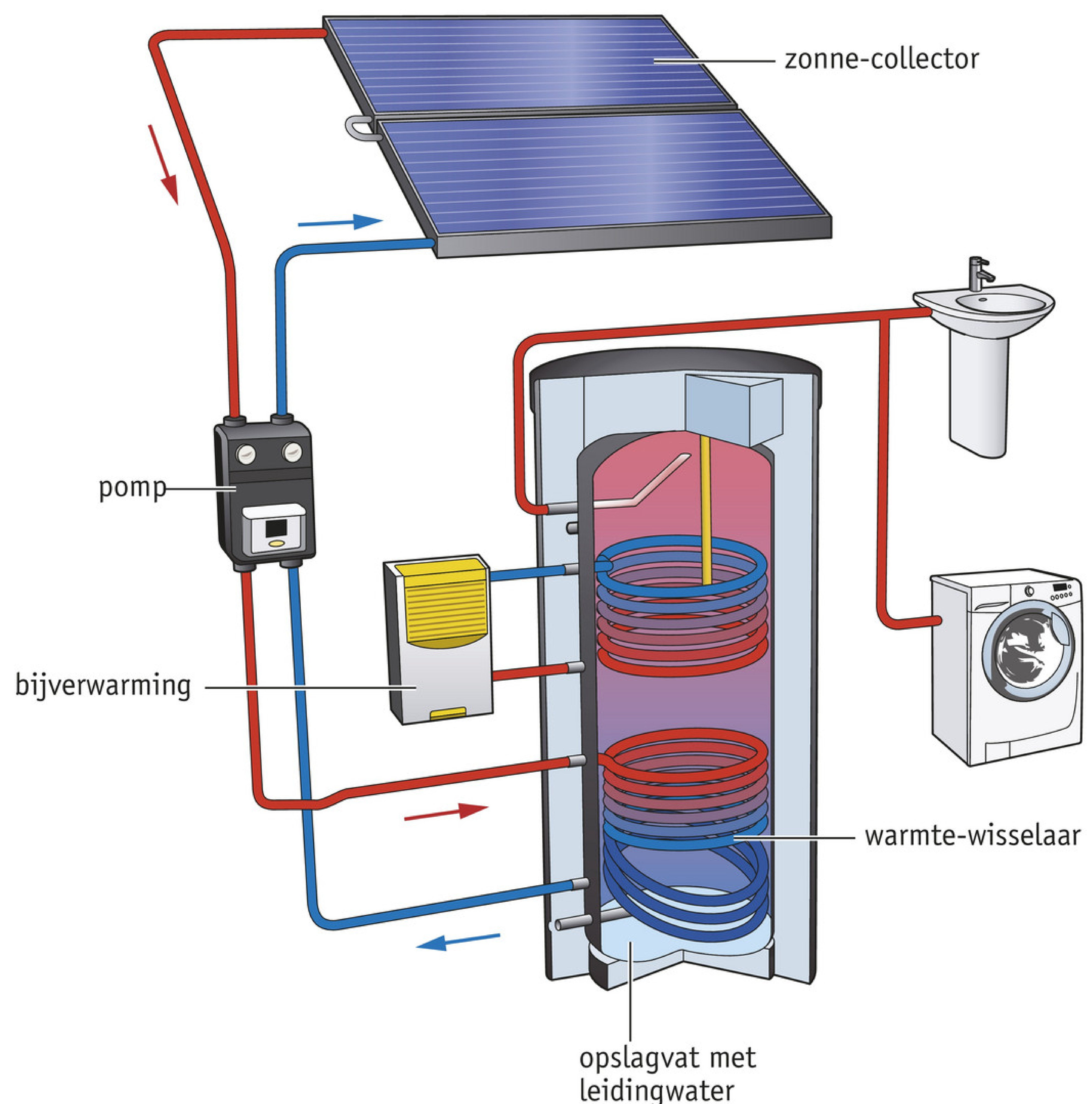
____

Zonne-energie

Nog een vorm van duurzame energie is **zonne-energie**. De zon straalt warmte en licht naar de aarde. Warmte en licht zijn vormen van energie. De energie van de zon wordt bijvoorbeeld gebruikt in een zonne-boiler en in zonne-panelen.

Zonne-boiler

Een **zonne-boiler** zorgt voor warm water in huis. Het water wordt verwarmd met de thermische energie (warmte) van de zon. Op het dak van het huis ligt daarvoor een zonne-collector (afbeelding 32). Dit is een zwarte metalen plaat met buizen erin. Door de buizen stroomt water. De zon verwarmt het water.
Het verwarmde water gaat door een warmte-wisselaar. Dat is een buis in een spiraalvorm die door een vat met water gaat. Het water in het vat wordt verwarmd. Naast de zonne-boiler in afbeelding 32 hangt nog een kleine verwarmings-ketel. Die kan het water extra verwarmen als dat nodig is.



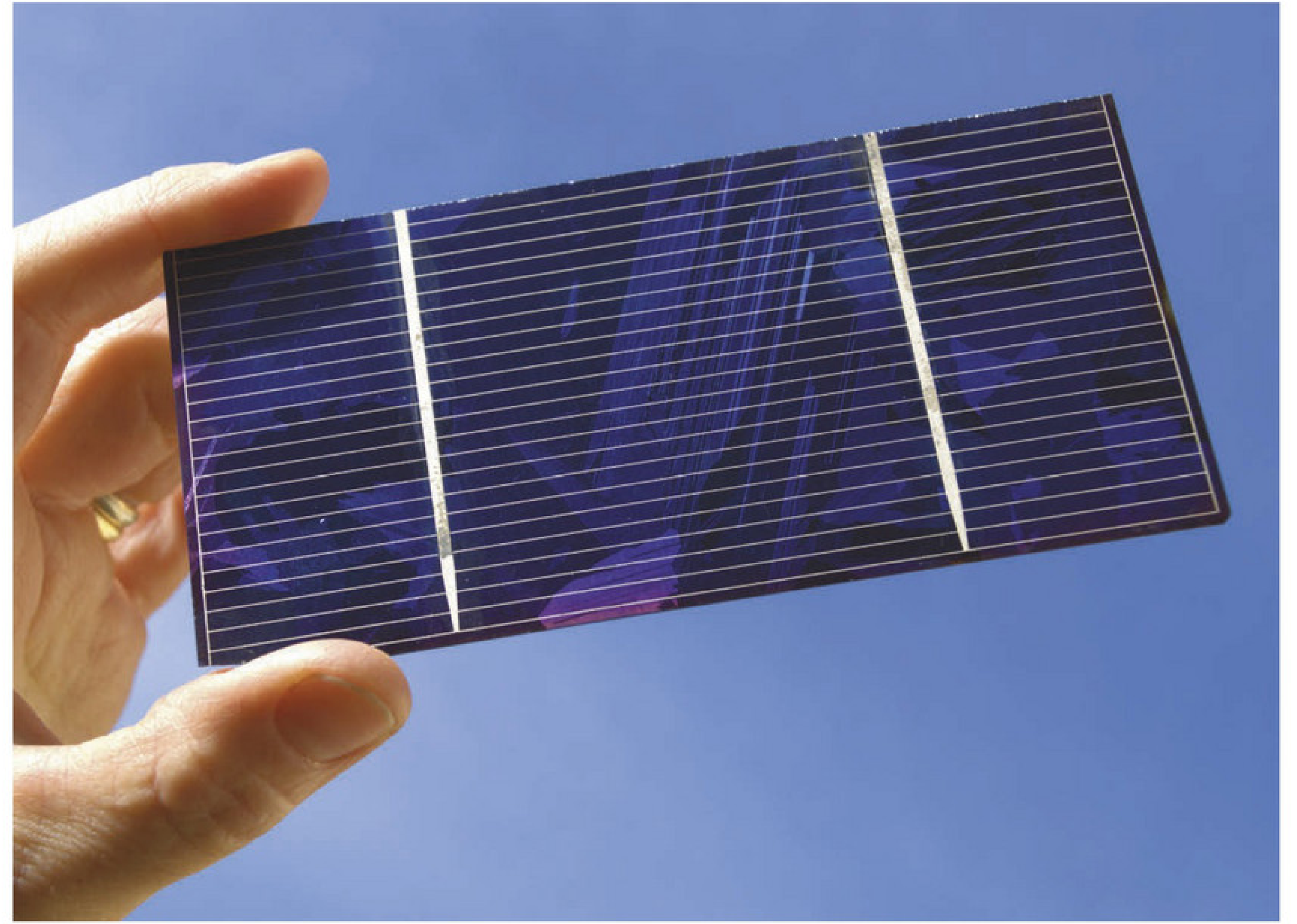
▲ **afbeelding 32**
water verwarmen met een zonne-collector

Zonne-panelen

Op steeds meer daken zie je **zonne-panelen** liggen (afbeelding 33). Zonne-panelen zetten zonne-energie om in elektrische energie. In het paneel zitten **zonne-cellen** (afbeelding 34). Het licht van de zon schijnt op een zonne-cel. In de zonne-cel gaat dan een kleine stroom lopen. Het zonne-paneel levert stroom voor de elektrische apparaten in huis.



▲ **afbeelding 33**
zonne-panelen op het dak van een huis



▲ **afbeelding 34**
een zonne-cel

Soms maakt het zonne-paneel meer energie dan de apparaten in huis verbruiken. Die elektrische energie gaat dan naar het energie-bedrijf. Dat heet **terug-leveren** van zonne-energie. Het energie-bedrijf verrekent de terug-geleverde energie met de verbruikte energie. Je betaalt daardoor minder geld aan het energie-bedrijf.

Het rendement van nieuwe zonne-panelen is ongeveer 20%.
Dat betekent dat 20% van de zonne-energie wordt omgezet in elektrische energie. Dat is niet erg veel. Bedrijven werken daarom aan zonne-panelen met een hoger rendement. Bijvoorbeeld door niet alleen het licht, maar ook de warmte van de zon te gebruiken.

Opgaven

92 Welke twee soorten energie komen van de zon?

___

93 Op welk soort energie werkt een zonne-boiler?
- ☐ A licht
- ☐ B thermische energie

94 In een zonne-collector wordt WEL / NIET water verwarmd.

95 Hoe stroomt het warme water uit de zonne-collector verder?
- ☐ A Het water stroomt door de verwarmings-ketel.
- ☐ B Het water stroomt door de warmte-wisselaar.
- ☐ C Het water wordt opgeslagen in het opslagvat.

96 Op welke manier kan het water in het opslagvat extra worden verwarmd?
Met een VERWARMINGS-KETEL / EXTRA PANEEL.

97 Vul de goede woorden in.
Kies uit: *elektrische – licht – stroom – zonne-cellen – zonne-paneel*.

Zonne-energie wordt omgezet in elektrische energie door ____________________. Deze cellen zitten in een ____________________. Het ____________________ van de zon schijnt op een zonne-cel. In de zonne-cel gaat dan een kleine ____________________ lopen. Het zonne-paneel levert stroom voor de ____________________ apparaten in huis.

98 Vul de goede woorden in.
Kies uit: *elektrische – meer – minder – terug-leveren – verrekent*.

Een zonne-paneel maakt soms ____________________ elektrische energie dan de apparaten gebruiken. Die ____________________ energie gaat naar het energie-bedrijf. Dat heet ____________________ van zonne-energie. Het energie-bedrijf ____________________ de terug-geleverde energie met de verbruikte energie. Je betaalt daardoor ____________________ geld aan het energie-bedrijf.

99 In tabel 6 staan zeven energiebronnen.
Zijn de energiebronnen wel of niet duurzaam?
Zet een kruisje in de juiste kolom.

▼ **tabel 6** energiebronnen

energiebron	wel duurzaam	niet duurzaam
aardgas		
aardolie		
schaliegas		
steenkool		
waterkracht		
windenergie		
zonne-energie		

Onthouden!

Elektrische energie wordt gemaakt in een elektriciteits-centrale.
Duurzame energie komt van energiebronnen die het milieu niet vervuilen en die niet opraken.
Voorbeelden van duurzame energie zijn: groene stroom, windenergie, waterkracht en zonne-energie.
Een windturbine zet windenergie om in elektrische energie.
Nadelen van een windturbine zijn het geluid en de horizon-vervuiling.
Een waterkracht-centrale zet bewegings-energie uit water om in elektrische energie.
Een nadeel van waterkracht is dat mensen soms moeten verhuizen.
Een zonne-boiler verwarmt water met de thermische energie (warmte) van de zon.
Een zonne-paneel zet zonlicht om in elektrische energie.
Een zonne-paneel kan elektrische energie terug-leveren aan het energie-bedrijf.

5 Energie uit andere stoffen

Mensen gebruiken veel energie uit fossiele brandstoffen. Maar ook uit andere stoffen kun je energie halen.

Biobrandstof

Elektriciteits-centrales leveren elektrische energie. Dat gaat zo: water wordt verwarmd tot stoom. De stoom laat een turbine draaien. De turbine drijft een generator aan. De generator levert elektrische energie.

De meeste elektriciteits-centrales gebruiken fossiele brandstoffen, zoals steenkool of aardolie. Maar sommige elektriciteits-centrales gebruiken ook andere brandstoffen. De fossiele brandstoffen worden daar gemengd met **biomassa**. Biomassa is afval van planten en mest van dieren. Bijvoorbeeld gras, houtsnippers, koeienmest, tuinafval, groenteresten en suikerbieten (afbeelding 35).



▲ **afbeelding 35**
Deze centrale gebruikt biomassa als brandstof.



▲ **afbeelding 36**
een pomp met biodiesel

Ook bij de verbranding van biomassa komen schadelijke stoffen vrij. Maar die stoffen zijn minder schadelijk dan de rookgassen van fossiele brandstoffen. Biomassa is dus beter voor het milieu dan fossiele brandstoffen. De elektrische energie die met biomassa wordt opgewekt, is groene stroom.

Van biomassa kan ook **biobrandstof** worden gemaakt. Biobrandstof kan een gas zijn. Dit biogas kun je gebruiken in plaats van aardgas. Biobrandstof kan ook een vloeistof zijn. Deze brandstof kun je gebruiken in plaats van benzine of diesel.

In veel Europese landen is een deel biobrandstof gemengd door de benzine en diesel van de benzinepomp. Bij sommige pompstations kun je 100% biodiesel tanken (afbeelding 36).

Opgaven

100 De meeste elektriciteits-centrales gebruiken WEL / NIET fossiele bandstoffen.

101 Welke brandstof wordt in sommige elektriciteits-centrales ook gebruikt?

____

102 Bij verbranding van biomassa is er MEER / MINDER schade voor het milieu dan bij verbranding van fossiele brandstoffen.

103 Hoe heet de elektrische energie die wordt opgewekt met Biomassa?
- ☐ A gelijkstroom
- ☐ B groene stroom
- ☐ C wisselstroom

104 Biobrandstof wordt WEL / NIET gemaakt uit Biomassa.

105 Biobrandstof als gas kun je WEL / NIET gebruiken in plaats van aardgas.

106 Vloeibare biobrandstof kun je gebruiken in plaats van ________________ of ________________.

Kernenergie

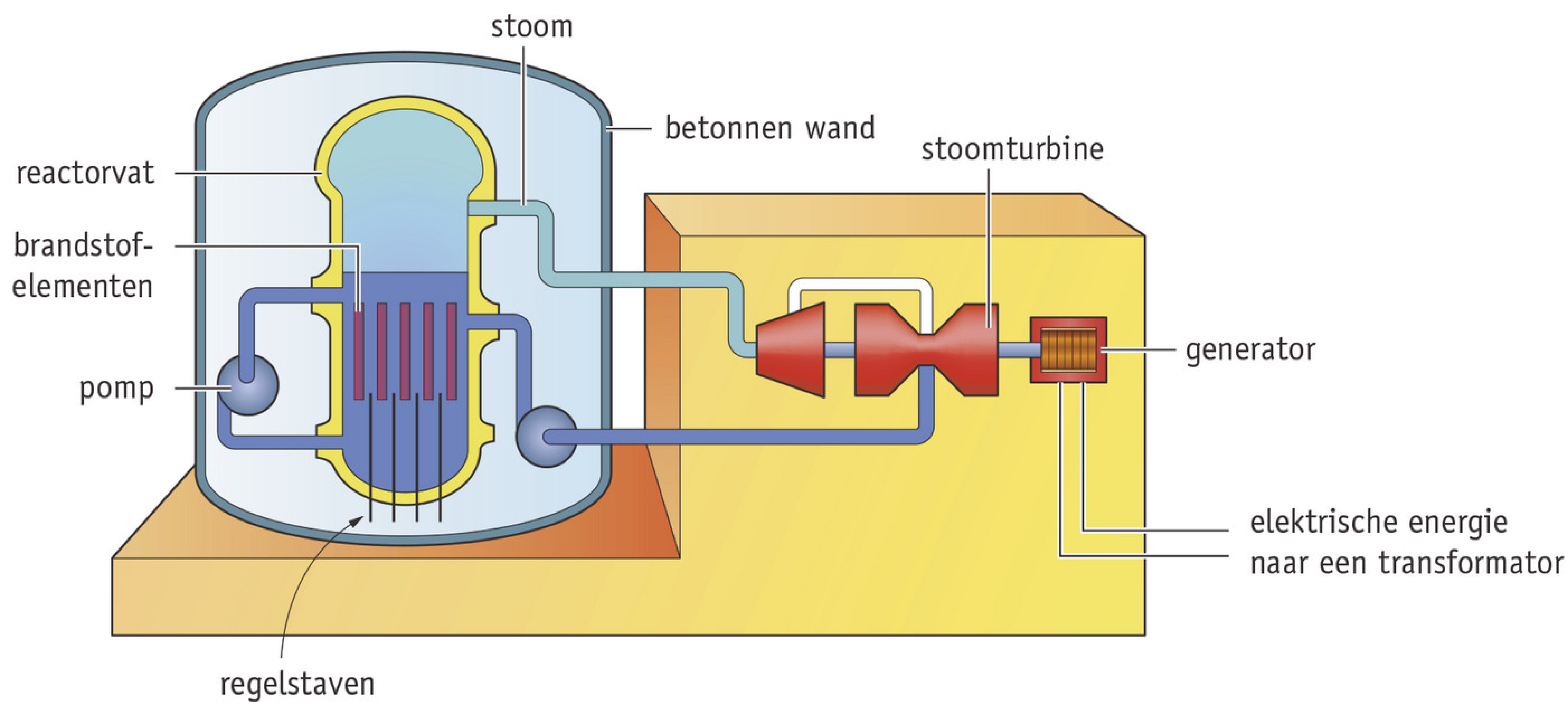
Ook uit de stof **uranium** kun je energie halen. Uranium is de energiebron voor een **kerncentrale**. In een kerncentrale wordt elektriciteit opgewekt uit uranium. Uranium is **radio-actief**. Dat betekent dat uranium gevaarlijke straling afgeeft.
1 kg uranium levert evenveel energie als 15 000 kg aardolie of 20 000 kg steenkool.

Om energie uit uranium te halen, moet het uranium eerst worden bewerkt. Dat gebeurt in **opwerkings-fabrieken**. Deze fabrieken maken splijtstof-tabletten van het uranium. De splijtstof-tabletten worden daarna samengevoegd tot **brandstof-elementen**.

De brandstof-elementen gaan in een reactorvat (afbeelding 37). In het **reactorvat** komt de energie uit het uranium vrij door een kernreactie. De vrijgekomen energie is warmte. Met die warmte wordt water verwarmd tot stoom. Verder werkt een kerncentrale zoals een gewone elektriciteits-centrale.

Voordelen en nadelen van kernenergie

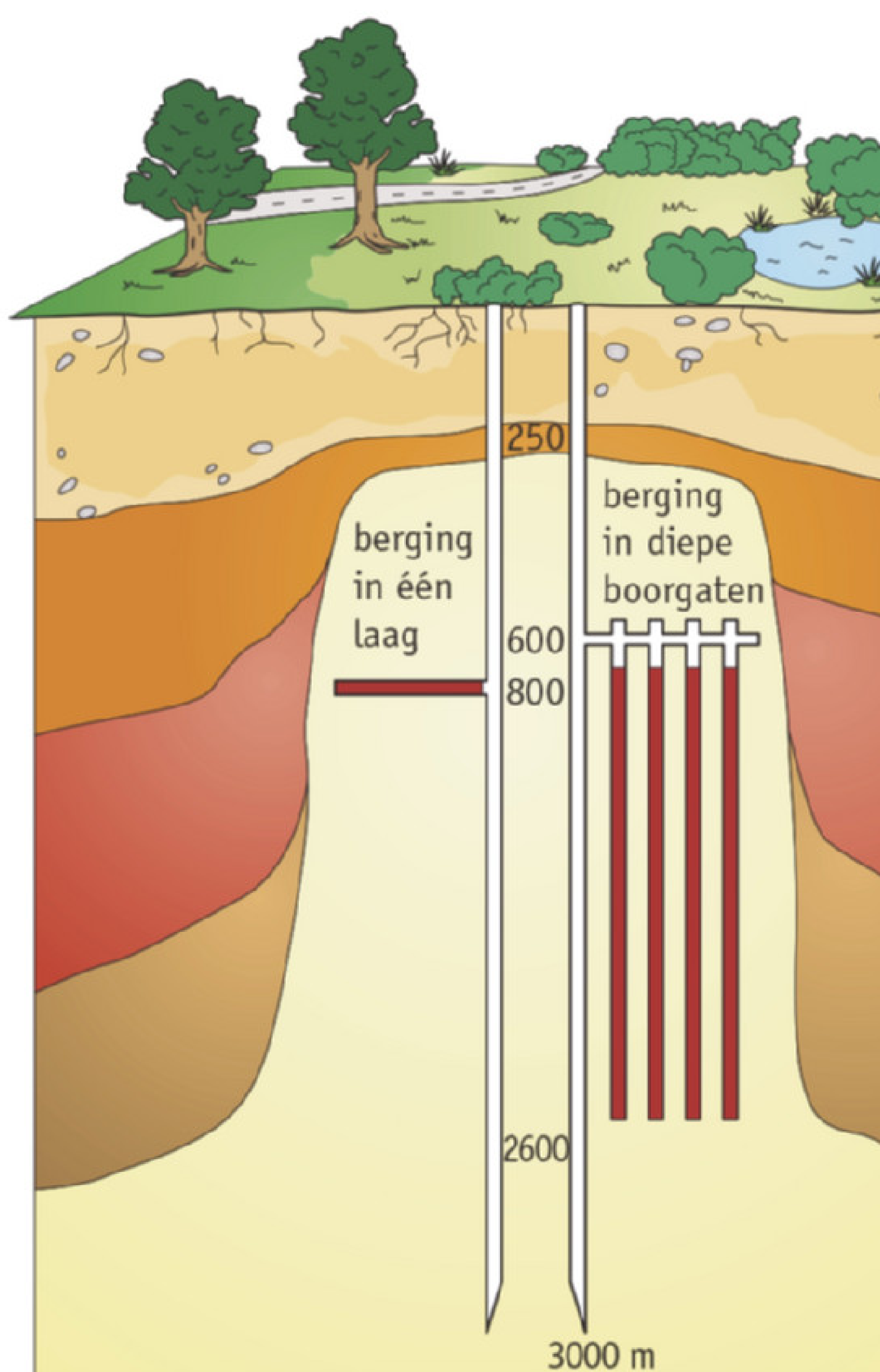
Kernenergie heeft verschillende voordelen:
- Bij kernenergie ontstaat geen koolstof-dioxide.
- Bij kernenergie ontstaan geen rookgassen (zwavelgassen en stikstofgassen).
- Kernenergie is goedkoper.



▲ **afbeelding 37**
een kerncentrale

Maar kernenergie heeft ook nadelen. Uranium zit in de grond als een soort steen. Dit noem je **uranium-erts**. Het erts wordt uit de grond gehaald. Daarbij komt radio-actief gas vrij. Dit gas is erg gevaarlijk voor de mijnwerkers.

In een kerncentrale blijven resten van het uranium over. Deze resten zijn **radio-actief afval**. Uit dit afval komt gevaarlijke straling vrij. Het afval kun je niet vernietigen en de straling kun je niet stoppen. Daarom moet het afval veilig worden bewaard. Het wordt in beton gegoten. Daarna gaan de betonnen blokken in zoutmijnen diep onder de grond (afbeelding 38). Ze moeten daar voor altijd blijven liggen.



▲ **afbeelding 38**
Radio-actief afval wordt opgeslagen onder de grond.

In een kerncentrale kunnen ongelukken gebeuren. In 2011 was er een kernramp in de stad Fukushima in Japan. In 1986 ontplofte een kerncentrale in de stad Tsjernobyl in Rusland. Bij dat ongeluk kwamen veel radio-actieve stoffen vrij. Die stoffen kwamen terecht in de stad en in een heel groot gebied eromheen. Door de wind en de wolken kwamen de stoffen zelfs tot in Nederland.

De radio-actieve stoffen die vrijkomen bij een kernramp, zijn erg gevaarlijk. In Tsjernobyl gingen veel mensen dood door de straling. Andere mensen werden erg ziek. Ze kregen bijvoorbeeld kanker. Met de kinderen die na het ongeluk werden geboren, was vaak iets mis. Ze hadden bijvoorbeeld geen armen of benen.

Als een kerncentrale is versleten, gaat hij dicht. De centrale moet dan worden afgebroken. Ook dit is gevaarlijk, omdat er radio-actieve straling in het gebouw is. Die mag niet vrijkomen. Het afbreken gebeurt daarom stap voor stap. Dit wordt **ontmantelen** genoemd. Ontmantelen kost veel tijd en is erg duur.

Kernenergie heeft dus grote nadelen:
- Uit uranium-erts komt radio-actief gas vrij.
- Bij kernenergie ontstaat radio-actief afval.
- In een kerncentrale kan een ongeluk gebeuren.
- Ontmantelen kost veel tijd en is erg duur.

Opgaven

107 In welk soort elektriciteits-centrale wordt uranium als brandstof gebruikt?
- ☐ A in een gascentrale
- ☐ B in een kerncentrale
- ☐ C in een kolencentrale
- ☐ D in een waterkracht-centrale

108 Welk soort energie wordt gemaakt in een kerncentrale?
- ☐ A chemische energie
- ☐ B elektrische energie
- ☐ C kernenergie
- ☐ D windenergie

109 Waarvan worden brandstof-elementen gemaakt?
- ☐ A van aardgas
- ☐ B van aardolie
- ☐ C van steenkool
- ☐ D van uranium

110 Wat gebeurt er in een opwerkings-fabriek?

In een opwerkings-fabriek ______________________________

____

____

111 In welke vorm komt uranium uit de opwerkings-fabriek?

In de vorm van ______________________________

112 Hoe wordt de energie uit het uranium gehaald?
Dat gebeurt WEL / NIET door een kernreactie.

113 Wat gebeurt er in een reactorvat?

In een reactorvat vindt een ________________ plaats.

114 Welk soort energie komt vrij in het reactorvat?
- ☐ A elektrische energie
- ☐ B reactie-energie
- ☐ C stoom
- ☐ D warmte

115 Bij een kernreactie wordt uranium WEL / NIET verbrand.

116 Bij een kernreactie heb je WEL / GEEN zuurstof nodig.

117 In een kerncentrale ontstaat WEL / GEEN CO_2.

118 Waarom ontstaan in een kerncentrale geen zwavelgassen en stikstofgassen?
In een kerncentrale worden WEL / GEEN fossiele brandstoffen gebruikt.

119 1 kg uranium levert MEER / MINDER energie dan 10 000 kg steenkool.

120 Is kernenergie goedkoper of duurder dan energie van een gewone elektriciteits-centrale?
Kernenergie is GOEDKOPER / DUURDER.

121 Is radio-actieve straling gevaarlijk voor planten en dieren?
Radio-actieve straling is WEL / NIET gevaarlijk voor planten en dieren.

122 Waar wordt uranium vandaan gehaald?

Uranium wordt gehaald uit ______________________________

123 Uranium-erts wordt uit de grond gehaald. Daarbij komt een gas vrij.
Welke eigenschap heeft dit gas?
- ☐ A Het gas is brandbaar.
- ☐ B Het gas is radio-actief.
- ☐ C Het gas stinkt.

124 Welk nadeel heeft kernafval?

Kernafval is ______________________________

125 Kan radio-actief afval gemakkelijk worden vernietigd?
Radio-actief afval kan WEL / NIET gemakkelijk worden vernietigd.

126 Wat wordt gedaan met radio-actief afval?
- ☐ A Het wordt op afvalbergen gegooid.
- ☐ B Het wordt veilig opgeslagen.
- ☐ C Het wordt in vuilnisvaten gedaan.

127 Hoe en waar wordt radio-actief afval opgeslagen?

____

____

+128 Welke twee gevaren heeft een ongeluk in een kerncentrale?

Voor de directe omgeving: ______________________________

____

Op grote afstand van de centrale: ______________________________

____

____

129 Welke ziekte kun je krijgen door radio-actieve straling?

____

130 Wat doen ze met een versleten kerncentrale?

- ☐ A ontmantelen
- ☐ B opblazen
- ☐ C sluiten
- ☐ D verkopen

131 Welk gevaar heeft het afbreken van een kerncentrale?

Er kan ______________________________ vrijkomen.

132 Welke nadelen heeft het afbreken van een kerncentrale nog meer?

Ontmantelen van een kerncentrale kost veel ____________ en ____________.

Onthouden!

Biomassa is afval van planten en mest van dieren.
Biomassa wordt gebruikt als brandstof.
Van biomassa wordt biobrandstof gemaakt.
Biobrandstof is een gas of een vloeistof.
Uranium is de energiebron voor een kerncentrale.
In een klein beetje uranium zit heel veel energie.
Uranium is radio-actief.
Radio-actieve straling is erg gevaarlijk.
In een kerncentrale ontstaat radio-actief afval.
Ontmantelen kost veel tijd en is erg duur.

6 Energie besparen

Je hebt geleerd dat er verschillende brandstoffen zijn. En je weet dat er verschillende manieren zijn om elektrische energie te maken. Al die manieren hebben nadelen. Hoe minder energie we gebruiken, hoe beter.

Zuinig zijn

Thuis gebruik je elektrische energie. Voorbeelden zijn: de koelkast, muziek luisteren, tv-kijken, computeren, kleren wassen. Je gebruikt thuis ook fossiele brandstoffen. Voorbeelden zijn: warm water (gas), de auto (benzine) en koken (gas).

Zuinig zijn met energie betekent: zo min mogelijk energie gebruiken. Daardoor is minder energie nodig en dat is beter voor het milieu. De aarde blijft langer mooi en schoon. Door thuis minder elektrische energie en minder brandstoffen te gebruiken, spaar je het milieu.

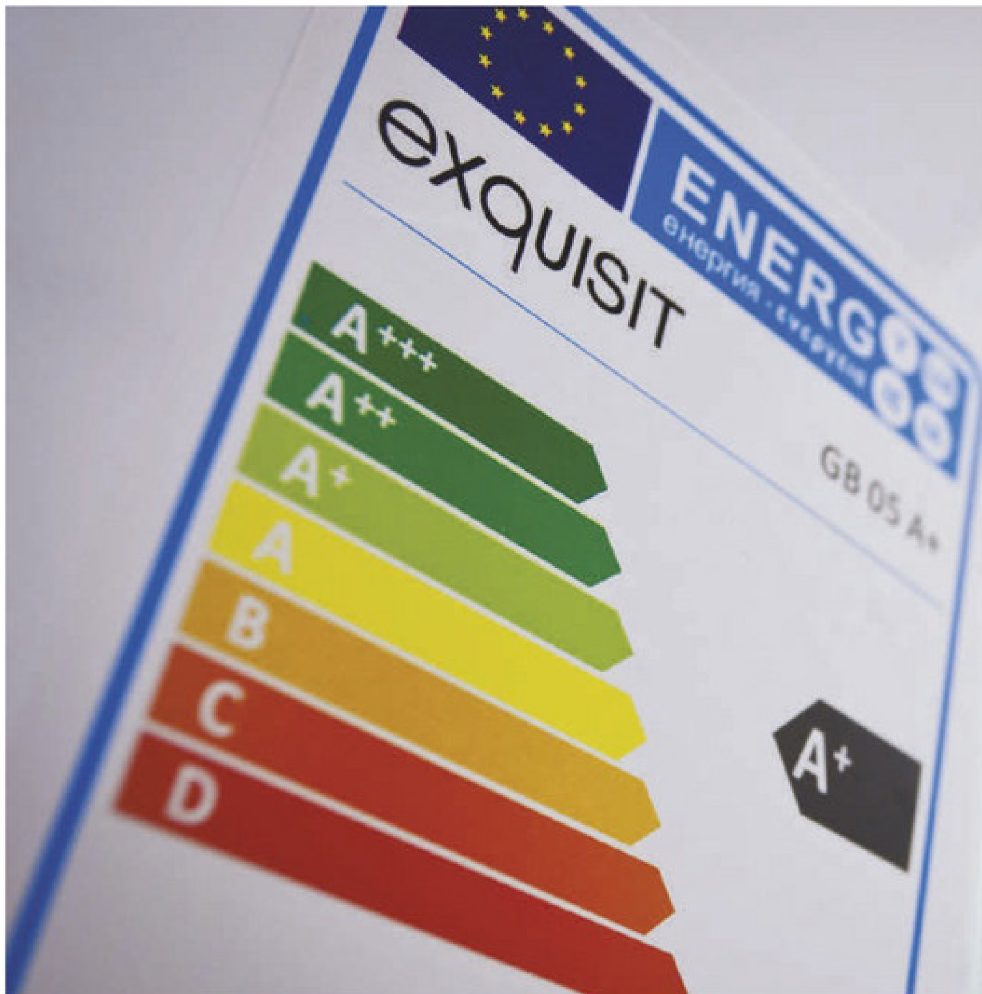
Elektrische energie besparen

Een veelgebruikt elektrisch apparaat is de lamp. In alle kamers heb je lampen. Soms branden die lampen de hele avond. Ook in kamers waar niemand is. Die lampen kun je beter uit doen (afbeelding 39). Dat bespaart al energie.



▲ **afbeelding 39**
Doe de lampen uit in een kamer waar je niet bent.

Andere manieren om elektriciteit te besparen zijn:
- Wassen op een lagere temperatuur. Het kost dan minder energie om het water te verwarmen.
- De deur van de koelkast snel dicht doen. Als je de deur open laat staan, ontsnapt er veel kou. De koelkast moet daarna weer hard werken om het binnen koud te maken. Dat kost veel stroom.
- Apparaten helemaal uit zetten als je ze niet gebruikt. Bijvoorbeeld de tv en je computer. Apparaten op stand-by verbruiken nog steeds energie.



▲ **afbeelding 40**
een energie-label

Energie-label

Nog een goede manier van besparen is zuinige apparaten kopen. Elektrische apparaten hebben een **energie-label** (afbeelding 40). Op dit label staat hoe zuinig het apparaat is. Een apparaat met het label A+++ is erg zuinig. Een apparaat met het label D verbruikt veel energie.

Energie besparen is niet alleen goed voor het milieu. Het is ook goed voor je portemonnee. Hoe minder energie je gebruikt, hoe minder je betaalt aan het energie-bedrijf.

Zuinige lampen

Sommige mensen hebben nog gloeilampen in huis. Een gloeilamp is een lamp met een gloeidraad erin (afbeelding 41a). Deze lampen verbruiken erg veel energie. Je kunt ze daarom beter vervangen door een **spaarlamp** (afbeelding 41b).

Een spaarlamp verbruikt minder energie dan een gloeilamp.

Voorbeeld 1
Een spaarlamp met een vermogen van 15 watt (W) geeft evenveel licht als een gloeilamp van 75 W. Maar de gloeilamp verbruikt wel 5× zo veel energie als de spaarlamp (75 : 15 = 5).



ⓐ een gloeilamp



ⓑ een spaarlamp



ⓒ een ledlamp

▲ **afbeelding 41**
drie soorten lampen

Nog zuiniger dan een spaarlamp is de **ledlamp** (afbeelding 41c). Een ledlamp heeft heel veel voordelen. Een ledlamp kan wel 50 000 uur branden. Bij een spaarlamp is dat ongeveer 10 000 uur, en bij een gloeilamp maar 1000 uur. Een ledlamp gaat dus heel lang mee.

Ook wordt een ledlamp niet warm. In een gloeilamp en een spaarlamp wordt veel elektrische energie omgezet in warmte. Een ledlamp werkt beter, want die zet de elektrische energie vooral om in licht. Er ontstaat maar heel weinig warmte. Een ledlamp is dus erg zuinig.

Voorbeeld 2
Je hebt een gloeilamp van 40 W. Je wilt dezelfde hoeveelheid licht hebben. Dan moet je een spaarlamp hebben van 8 W of een ledlamp van 6 W. Een gloeilamp verbruikt dus bijna 7× zo veel energie als een ledlamp.

Een ledlamp heeft ook nadelen. Ze zijn nog erg duur. Maar ledlampen worden wel steeds goedkoper. Sommige ledlampen geven erg fel licht. Daarom kun je beter niet recht in een ledlamp kijken. Als je dat wel doet, kunnen je ogen beschadigen. Er zijn ook ledlampen die zacht licht geven met een warme kleur.

Opgaven

133 Bekijk afbeelding 42.
Schrijf onder elke afbeelding welk soort energie gebruikt wordt.







▲ **afbeelding 42**
drie keer energie

134 Welke twee energiebronnen gebruik je thuis het meest?

135 Wat betekent zuinig zijn met energie?
Zuinig zijn met energie betekent: zo WEINIG / VEEL mogelijk energie gebruiken.

136 Hoe kun je energie besparen als je de was doet?

____

137 Schrijf drie manieren op om thuis elektrische energie te besparen.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

____

138 Wat staat op het energie-label van een elektrisch apparaat?

____

139 Wat is een spaarlamp?
☐ A een lamp die weinig energie verbruikt
☐ B een lamp die weinig geld kost
☐ C een lamp die weinig licht geeft

140 Jan heeft een gloeilamp in zijn kamer. Peter heeft in zijn kamer een spaarlamp.
Beide lampen geven evenveel licht.
De lamp van Jan verbruikt MEER / MINDER energie dan de lamp van Peter.

141 Waarom kopen mensen een energie-zuinige koelkast?
Die koelkast verbruikt MEER / MINDER stroom.
Die koelkast is WEL / NIET goedkoper in energie-verbruik.

142 Hoe kan een koelkast energie-zuinig worden gemaakt?

____

143 Je hebt een ledlamp, een spaarlamp en een gloeilamp die alle drie evenveel licht geven.
Welke van deze drie is de zuinigste lamp?
☐ A de gloeilamp
☐ B de ledlamp
☐ C de spaarlamp

144 Welke lamp kan de meeste uren branden?
☐ A een gloeilamp
☐ B een ledlamp
☐ C een spaarlamp

145 Vier verschillende wasmachines hebben vier verschillende energie-labels.
Wat is het label van de zuinigste wasmachine?
- ☐ A label A+
- ☐ B label A
- ☐ C label B
- ☐ D label C

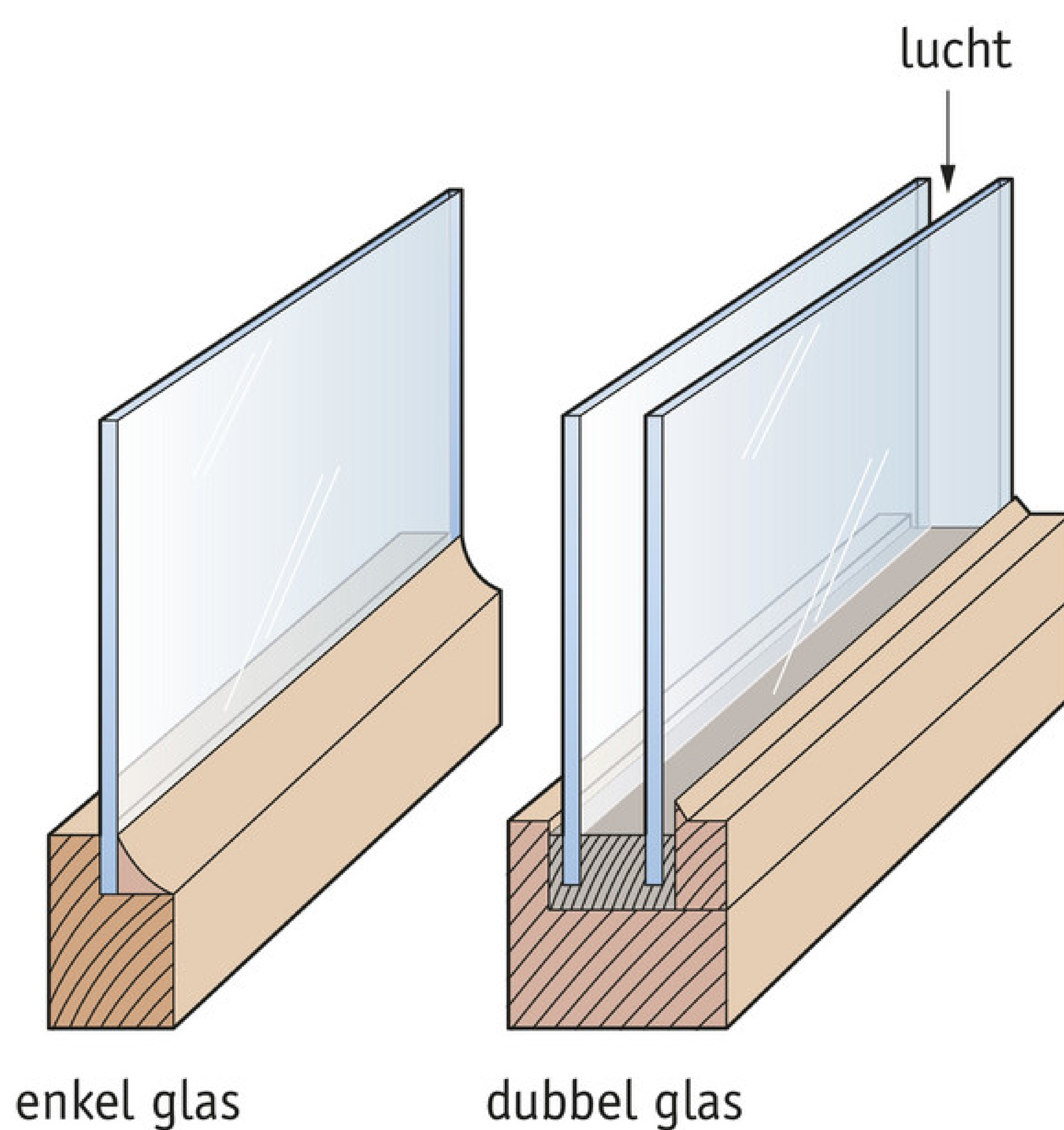
Fossiele brandstoffen besparen

Verwarming en warm water kosten energie. Water wordt vaak verwarmd met aardgas. Je kunt gemakkelijk aardgas besparen door minder lang te douchen. Hoe korter je onder de douche staat, hoe minder aardgas er nodig is.

De centrale verwarming zorgt voor de warmte in huis. Door de radiator stroomt warm water. De radiator verwarmt de lucht in de kamer. Maar de warmte verdwijnt langzaam uit de kamer naar buiten. Bijvoorbeeld door het koude glas van de ramen of door koude tocht.

Als het binnen afkoelt, moet de verwarming weer gaan branden. Dat kost energie. Het is dus goed om ervoor te zorgen dat de warmte binnen blijft. Dat kan door te **isoleren**. Bij isoleren zorg je ervoor dat de warmte niet zo snel weg kan.

Voorbeelden van isoleren zijn:
- dubbel glas (afbeelding 43);
- spouwmuur-isolatie (afbeelding 44);
- kieren dichtmaken.



▲ **afbeelding 43**
dubbel glas

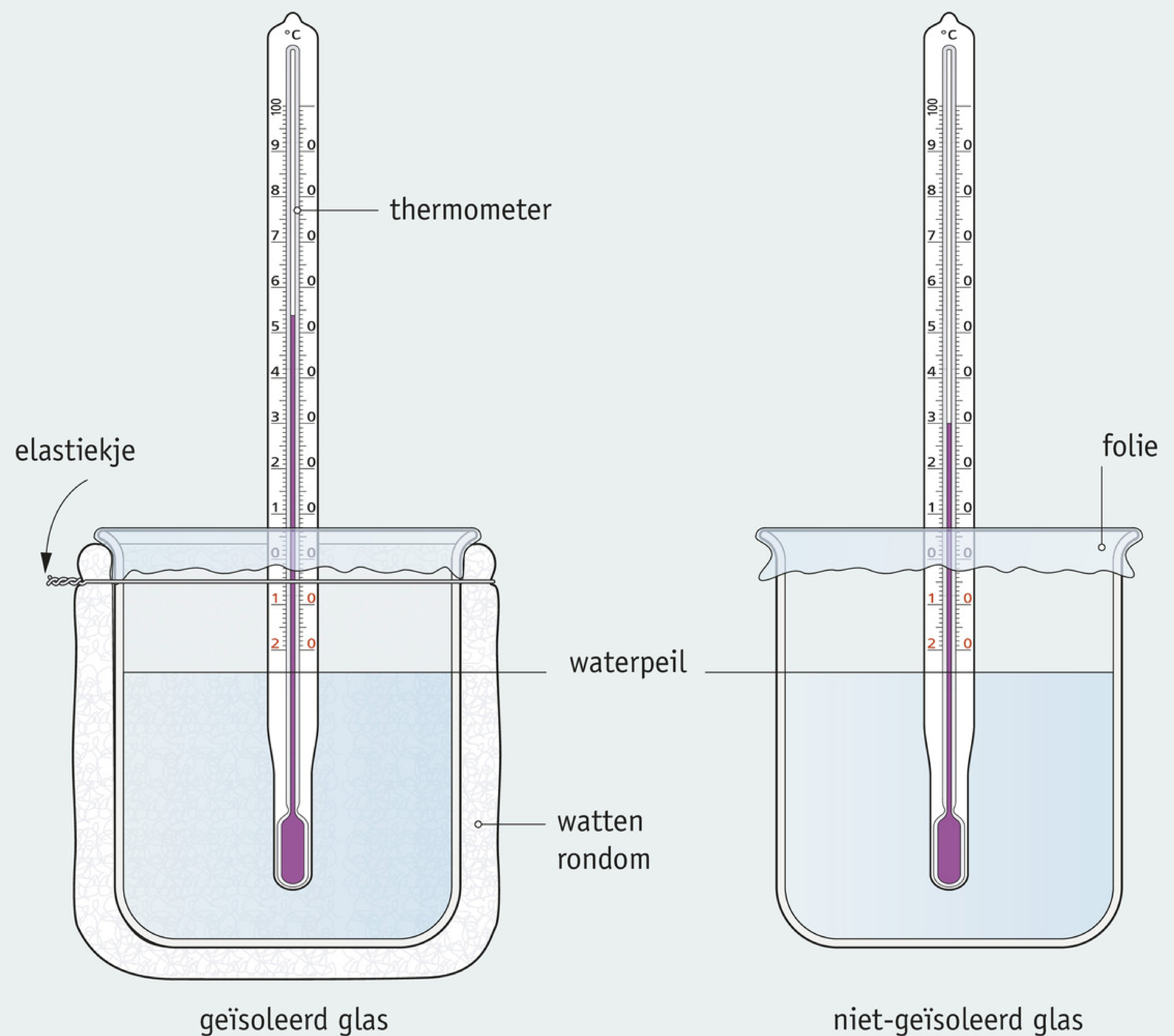


▲ **afbeelding 44**
spouwmuur-isolatie

Je mag kieren niet allemaal dicht maken, want dan kan er geen frisse lucht in de kamer komen. Als er geen frisse lucht binnen komt, merk je dat. Je wordt slaperig en suf. Het is ook ongezond, omdat je te weinig zuurstof inademt. Het is daarom goed om regelmatig het raam open te zetten.

Proef 6 Warmteverlies tegengaan

Wat je nodig hebt
- ☐ 2 bekerglazen (200 mL)
- ☐ 1 plastic zakje
- ☐ 1 pak watten
- ☐ 1 elastiekje
- ☐ 2 thermometers
- ☐ 1 rol huishoudfolie
- ☐ warm water
- ☐ 1 stopwatch of horloge
- ☐ kleurpotloden



▲ **afbeelding 45**
de opstelling voor proef 6

Uitvoering
- Pak één bekerglas. Je gaat dit bekerglas isoleren.
- Haal een lang stuk watten uit het pak.
- Vouw dit om het bekerglas heen.
- Zorg ervoor dat de watten goed om het bekerglas zitten.
- Doe voorzichtig het plastic zakje eromheen en zet dit vast met het elastiekje.
  Het bekerglas is nu geïsoleerd.

- Vul beide bekerglazen met 150 mL warm water.
- Maak de bovenkant dicht met folie.
- Steek voorzichtig de thermometers door het folie (afbeelding 45).
- Lees de temperatuur van beide thermometers af.

1 Schrijf de begin-temperatuur van beide thermometers in tabel 7 in de juiste kolom.

2 Is de begin-temperatuur bij elke beker ongeveer hetzelfde?
De begin-temperatuur is bij elke beker WEL / NIET ongeveer hetzelfde.

- Zet de stopwatch aan.
- Lees na 1 minuut de temperatuur op de thermometers af.

3 Schrijf de temperatuur van elke thermometer achter ‘1 minuut’ in tabel 7.

▼ **tabel 7** afkoelen van water in verschillende bekers

tijd (minuten)	geïsoleerd bekerglas temperatuur (°C)	niet-geïsoleerd bekerglas temperatuur (°C)
begin	°C	°C
1 minuut	°C	°C
2 minuten	°C	°C
3 minuten	°C	°C
4 minuten	°C	°C
5 minuten	°C	°C
6 minuten	°C	°C
7 minuten	°C	°C

- Lees steeds na 1 minuut weer de temperatuur af.
- Schrijf elke temperatuur in tabel 7.

4 In welk bekerglas was de temperatuur na 7 minuten het laagst?
☐ A in het geïsoleerde bekerglas
☐ B in het niet-geïsoleerde bekerglas

5 De watten hebben de warmte WEL / NIET vastgehouden.
De watten hebben WEL / NIET een isolerende werking.

- Ruim alles netjes op.

Zuinige apparaten

Een andere manier om fossiele brandstoffen te besparen, is met zuinige apparaten. Een zuinige auto verbruikt minder benzine. Dat is goed voor het milieu, want er is minder brandstof nodig. Het is ook goed voor je portemonnee, want je hoeft minder vaak te tanken.

Ook met een goede verwarmings-ketel kun je veel energie besparen. Zo'n ketel is een **hoog-rendements-ketel**. Die naam wordt vaak afgekort tot **hr-ketel**. Een hr-ketel verbruikt minder energie, net als een zuinige auto.

Opgaven

146 Schrijf twee voorbeelden op waarvoor je thuis gas gebruikt.

– ______________________________

– ______________________________

147 Buiten is het koud. Binnen is het warm.

De warmte gaat van ____________ naar ____________.

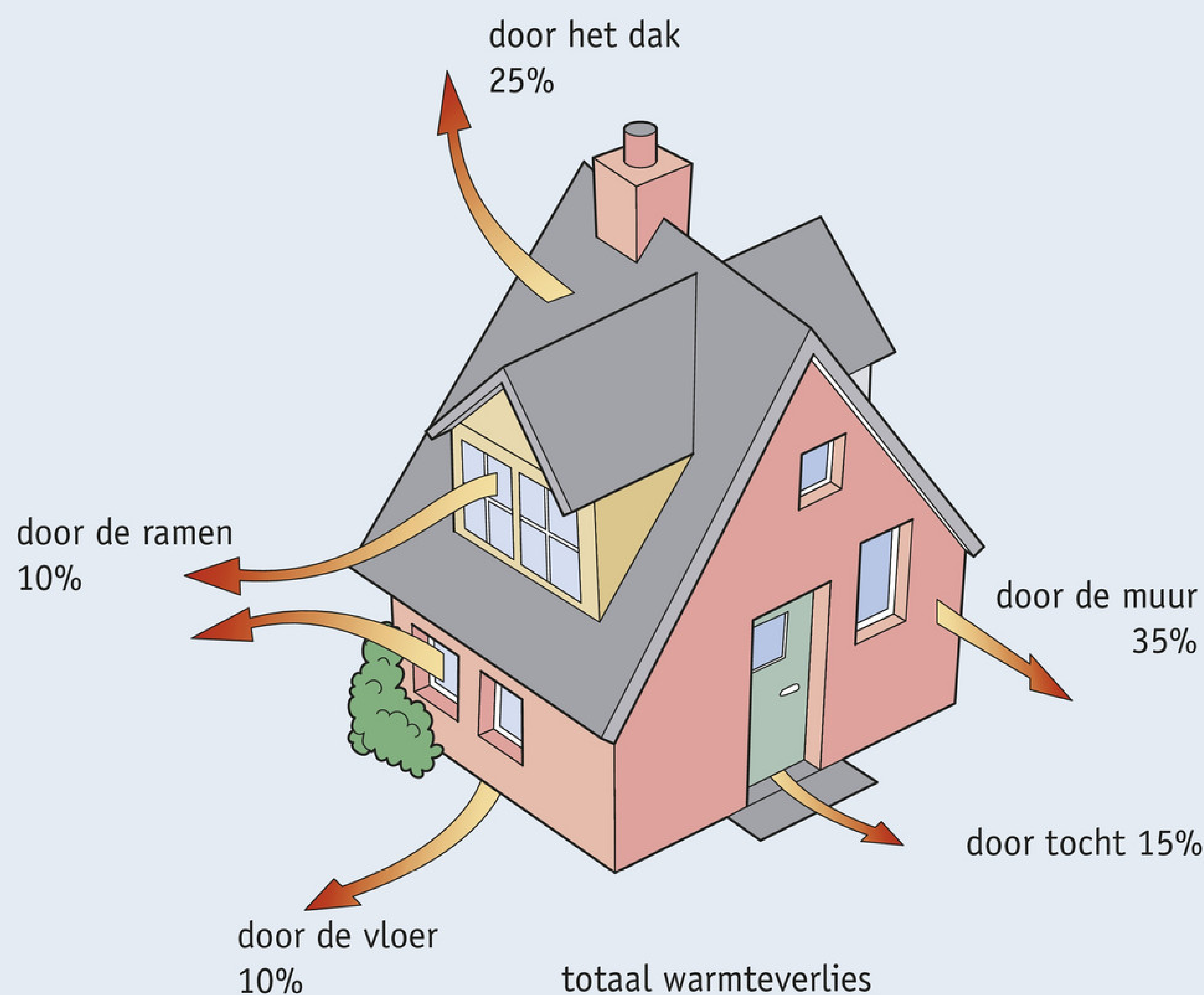
148 Het is winter. Je zet de verwarming aan. Na een half uur is het warm in huis.
De verwarmings-ketel schakelt uit.
Waarom moet na een tijdje de verwarming weer gaan branden?
Het wordt binnen WARMER / KOUDER.
Dat komt doordat de warmte WEL / NIET naar buiten gaat.

149 Hoe kun je warmte die naar buiten gaat tegenhouden?

- ☐ A dat gaat niet
- ☐ B door hard te stoken
- ☐ C door te isoleren

150 Bekijk afbeelding 46.
Wat is een goede manier om warmte zo lang mogelijk binnen te houden?

- ☐ A de buitenmuren isoleren
- ☐ B goed ventileren
- ☐ C harder stoken
- ☐ D spaarlampen gebruiken



▲ **afbeelding 46**
warmteverlies in huis

151 Schrijf vier manieren op om thuis de stookkosten te verminderen.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

152 Door kieren in ramen en deuren kan veel warmte ontsnappen.
Is dat gunstig voor de stookkosten?
JA / NEE, want door tocht gaat VEEL / WEINIG warmte naar buiten.

153 Waarom is het niet verstandig om alle kieren van je huis helemaal dicht te maken?

____

154 Noem twee manieren om fossiele brandstoffen te besparen.

– ______________________________

– ______________________________

155 Hoe kan een koelkast energie-zuinig worden gemaakt?
- ☐ A door een kleiner koelelement
- ☐ B door goede isolatie
- ☐ C door goede ventilatie

Onthouden!

In huis gebruik je elektrische energie en fossiele bandstoffen.
Zuinig zijn met energie betekent minder energie gebruiken.
Een spaarlamp is zuiniger dan een gloeilamp.
Een ledlamp is zuiniger dan een spaarlamp.
Apparaten die je niet gebruikt, kun je beter uit zetten.
Een energie-label laat zien hoe zuinig het apparaat is.
A+++ is erg zuinig, D is helemaal niet zuinig.
Door korter douchen verbruik je minder aardgas.
Door isoleren verdwijnt er minder warmte naar buiten.
Een hr-ketel is een zuinige verwarmings-ketel.

6 Test Jezelf

Waar / niet waar-vragen

	waar	niet waar
1 Mensen en dieren hebben spierenergie.		
2 Energie kan verloren gaan.		
3 Bij verbranding van een brandstof wordt chemische energie omgezet in warmte.		
4 Een ander woord voor warmte is chemische energie.		
5 In brandstof zit chemische energie.		
6 Om een auto te laten rijden, heb je energie nodig.		
7 Generator is een ander woord voor stoomturbine.		
8 Aardolie is een fossiele brandstof.		
9 Steenkool is ontstaan uit plankton.		
10 Kunststoffen worden gemaakt uit aardolie.		
11 Het delven van uranium is milieu-vriendelijk.		
12 Zwavelgassen zijn schadelijk voor het milieu.		
13 Zure regen ontstaat door koolstof-dioxide in de lucht.		
14 Door het broeikaseffect wordt het warmer op aarde.		
15 Radio-actief afval is alleen schadelijk in een kerncentrale.		
16 Door goed te isoleren, kun je energie besparen.		
17 Een goed geïsoleerd huis houdt warmte beter binnen dan een slecht geïsoleerd huis.		
18 Een kerncentrale die versleten is, wordt ontmanteld.		
19 Met een hr-ketel kun je op de stookkosten besparen.		
20 Diesel wordt uit de grond gepompt.		

Meerkeuze-vragen

1 Welke energie levert een dynamo?
- ☐ A bewegings-energie
- ☐ B chemische energie
- ☐ C elektrische energie
- ☐ D licht

2 Door welk deel van een elektriciteits-centrale wordt elektrische energie opgewekt?
- ☐ A door de branders
- ☐ B door de generator
- ☐ C door de stoomketel
- ☐ D door de stoomturbine

3 Hoe worden aardgas, aardolie en steenkool ook wel genoemd?
- ☐ A fossiele brandstoffen
- ☐ B gasvormige brandstoffen
- ☐ C vaste brandstoffen
- ☐ D vloeibare brandstoffen

4 Welk gas heb je nodig om een brandstof te verbranden?
- ☐ A koolstof-dioxide
- ☐ B koolzuurgas
- ☐ C stikstof
- ☐ D zuurstof

5 Michel zegt: “Met energie kun je arbeid verrichten.”
Nicole zegt: “Er is maar één soort energie.”
Wie heeft gelijk?
- ☐ A Alleen Michel heeft gelijk.
- ☐ B Alleen Nicole heeft gelijk.
- ☐ C Beiden hebben gelijk.
- ☐ D Beiden hebben ongelijk.

6 Welke energie-omzetting vindt plaats in een windturbine?
- ☐ A bewegings-energie → elektrische energie
- ☐ B bewegings-energie → licht
- ☐ C elektrische energie → bewegings-energie
- ☐ D elektrische energie → licht en warmte

7 Welke brandstoffen zijn ontstaan uit plantenresten?
- ☐ A aardolie en aardgas
- ☐ B aardolie en steenkool
- ☐ C steenkool en aardgas
- ☐ D uranium en aardgas

8 Hoe heet een fabriek waar benzine en diesel worden gemaakt?
- ☐ A kerncentrale
- ☐ B opwerkings-fabriek
- ☐ C olie-raffinaderij
- ☐ D benzinepomp

9 Welk gas is een broeikasgas?
- ☐ A koolstof-dioxide
- ☐ B koolstof-mono-oxide
- ☐ C stikstofgas
- ☐ D zwavelgas

10 Wat is een groot nadeel van kernenergie?
- ☐ A de radio-actieve elektriciteit
- ☐ B het radio-actief afval
- ☐ C Het veroorzaakt meer broeikaseffect.
- ☐ D Het veroorzaakt meer zure regen.

Open vragen

1 Schrijf vijf soorten energie op.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

2 In tabel 8 staan vijf elektrische apparaten. Elektrische apparaten zetten elektrische energie om in andere soorten energie.
Schrijf in de tweede kolom waarin de elektrische energie wordt omgezet. Let op: soms moet je twee of drie soorten energie invullen.

▼ **tabel 8** energie-soorten

apparaat	De elektrische energie wordt omgezet in:
boormachine	
gloeilamp	
soldeerbout	
televisie	
wasmachine	

3 Schrijf twee schadelijke stoffen op die ontstaan bij de verbranding van steenkool.

– ____________________

– ____________________

4 Beantwoord de volgende vragen.

a Wat gebeurt er met het water in meren en rivieren door zure regen?

____

b Welke invloed heeft zure regen op bomen en planten?

____

5 Schrijf drie manieren op om energie te besparen.

– ____________________

– ____________________

– ____________________



7 Magnetisme

Inhoud

Startvraag

Een magneet houdt de deur van de koelkast dicht. Schepen vinden de route met hulp van een magneet (het kompas).
Een elektro-motor draait door magnetisme.
Ken jij nog meer apparaten met magneten? Schrijf ze op.

____

____

____

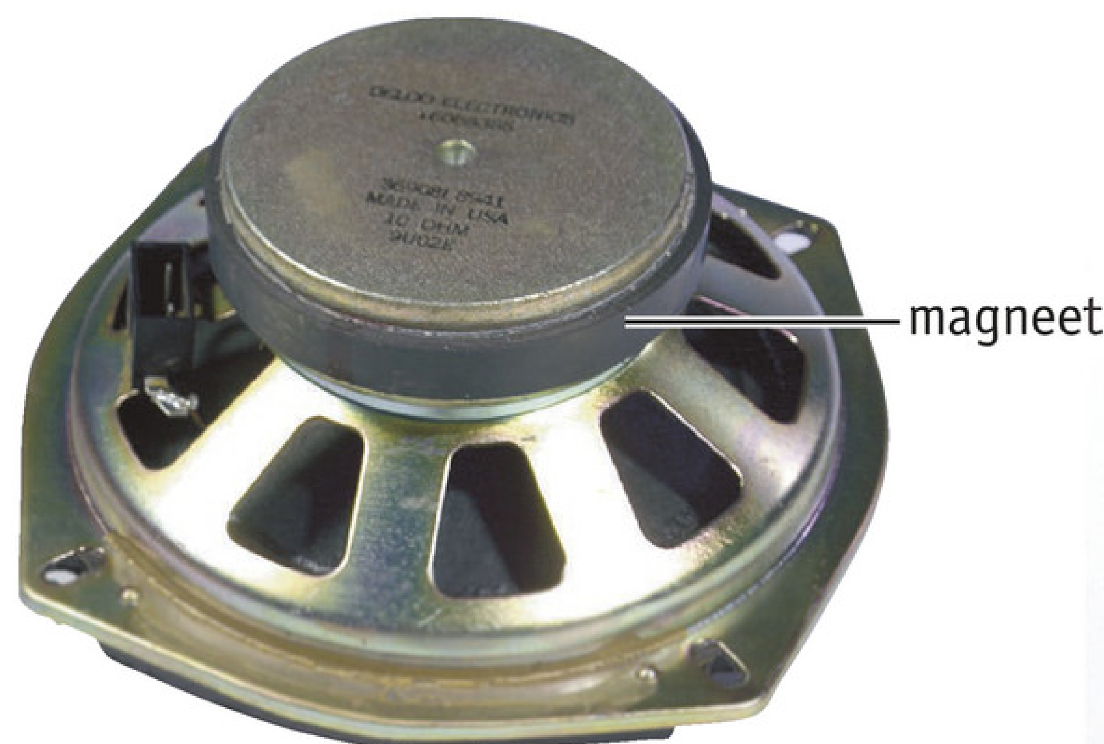
____

1 Permanente magneten

IJzer en nikkel zijn metalen met een bijzondere eigenschap. Ze worden aangetrokken door een magneet.

Magneten

In afbeelding 1 zie je een deel van een luidspreker. Een ijzeren of stalen spijker wordt aangetrokken door de luidspreker. In de luidspreker zit een **magneet** (afbeelding 2).



▲ **afbeelding 1**
In een luidspreker zit een magneet.



▲ **afbeelding 2**
magneet uit een luidspreker

Magneten trekken ijzer en nikkel aan. Andere stoffen worden niet door een magneet aangetrokken. In staal zit veel ijzer. Staal wordt daarom ook aangetrokken door een magneet. In munten van 1 en 2 euro zit veel nikkel. Deze munten worden ook aangetrokken door een magneet.



▲ **afbeelding 3**
Deze schroef-boormachine is magnetisch.

Magneten zitten in veel voorwerpen en apparaten. Bijvoorbeeld in een schroef-boormachine (afbeelding 3). Schroeven worden aangetrokken door zo'n magnetische schroef-boormachine. Daardoor vallen de schroeven niet zo gemakkelijk op de grond. Een andere toepassing van magneten is een balkje om messen aan te hangen (afbeelding 4).



▶ **afbeelding 4**
De messen hangen aan een magnetisch balkje.



▲ **afbeelding 5**
een hoefmagneet en een staafmagneet

Magneten bestaan in allerlei vormen. In afbeelding 2 zie je een ringmagneet. Andere veelgebruikte magneten zijn (afbeelding 5):
- de hoefmagneet;
- de staafmagneet.

De uiteinden van een magneet noem je de **polen**. Een magneet heeft altijd twee polen: een **noordpool** en een **zuidpool**. In afbeelding 5 zijn de noordpolen van de magneten rood. Als je twee magneten tegen elkaar houdt, dan merk je het volgende:
- twee noordpolen stoten elkaar af;
- twee zuidpolen stoten elkaar af;
- een noordpool en een zuidpool trekken elkaar aan.

Proef 1 Magneten

Wat je nodig hebt

☐ 2 staafmagneten
☐ 1 hoefmagneet

Uitvoering

- Leg een staafmagneet voor je op tafel.
- Neem de andere staafmagneet in je hand.
- Houd de rode kant van je magneet bij de rode kant van de magneet op tafel.

1 De magneet op tafel wordt AANGETROKKEN / AFGESTOTEN.

- Houd de witte kant bij de witte kant van de magneet op tafel.

2 De magneet op tafel wordt AANGETROKKEN / AFGESTOTEN.

- Houd de witte kant bij de rode kant van de magneet op tafel.

3 De magneet op tafel wordt AANGETROKKEN / AFGESTOTEN.

- Neem één magneet in je linkerhand en één in je rechterhand.
- Laat de noordpolen (rood) naar elkaar toe wijzen.
- Duw de noordpolen tegen elkaar.

4 Wat voel je?

☐ A De noordpolen trekken elkaar aan.
☐ B De noordpolen stoten elkaar af.

- Laat de zuidpolen (wit) naar elkaar toe wijzen.
- Duw de zuidpolen tegen elkaar.

5 Wat voel je?
☐ A De zuidpolen trekken elkaar aan.
☐ B De zuidpolen stoten elkaar af.

- Laat nu een noordpool en een zuidpool naar elkaar toe wijzen.
- Beweeg de noordpool en de zuidpool naar elkaar toe.

6 Wat voel je?
☐ A De noordpool en de zuidpool trekken elkaar aan.
☐ B De noordpool en de zuidpool stoten elkaar af.

- Pak de hoefmagneet en één staafmagneet.
- Houd de noordpool van de staafmagneet bij de noordpool van de hoefmagneet.
- Duw de noordpolen van de magneten tegen elkaar.
- Doe hetzelfde met de zuidpolen van beide magneten.

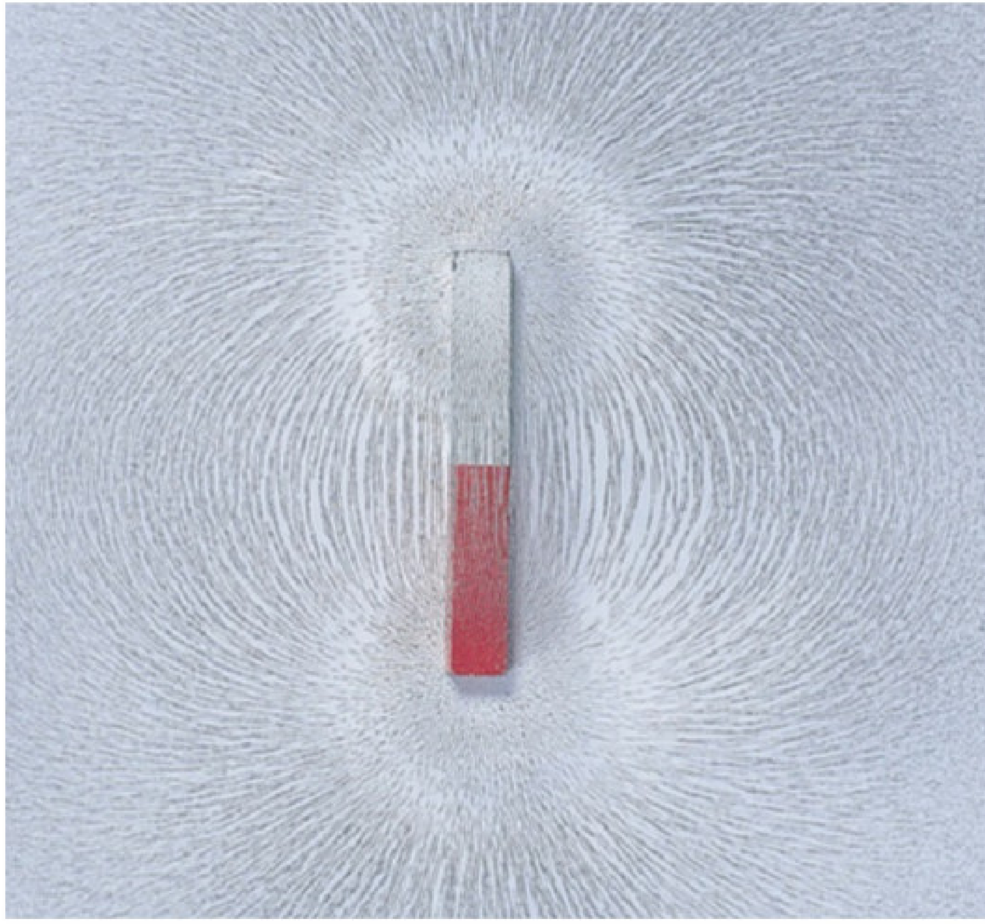
7 Wat voel je?
☐ A Polen met dezelfde naam trekken elkaar aan.
☐ B Polen met dezelfde naam stoten elkaar af.

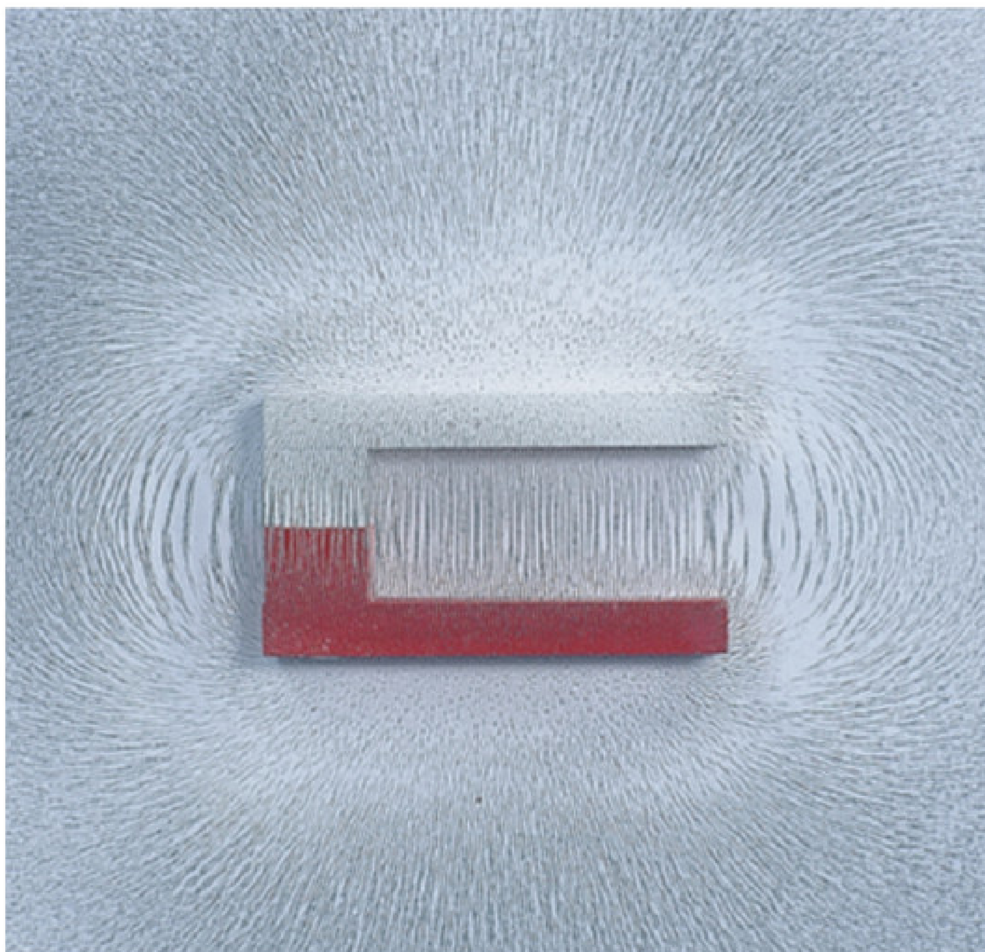
- Laat de noordpool van de staafmagneet naar de zuidpool van de hoefmagneet wijzen.
- Houd de polen van de magneten tegen elkaar.

- Laat de zuidpool van de staafmagneet naar de noordpool van de hoefmagneet wijzen.
- Houd de polen van de magneten tegen elkaar.

8 Wat voel je?
☐ A Polen met verschillende namen trekken elkaar aan.
☐ B Polen met verschillende namen stoten elkaar af.

- Ruim alles netjes op.





▲ **afbeelding 6**
krachtlijnen van een staafmagneet en een hoefmagneet

Het magnetisch veld

De kracht van een magneet kun je niet zien. Je kunt de magnetische kracht wel voelen als je twee magneten bij elkaar houdt. Je voelt de magnetische kracht ook als je een metalen voorwerp van een magneet af wilt halen.

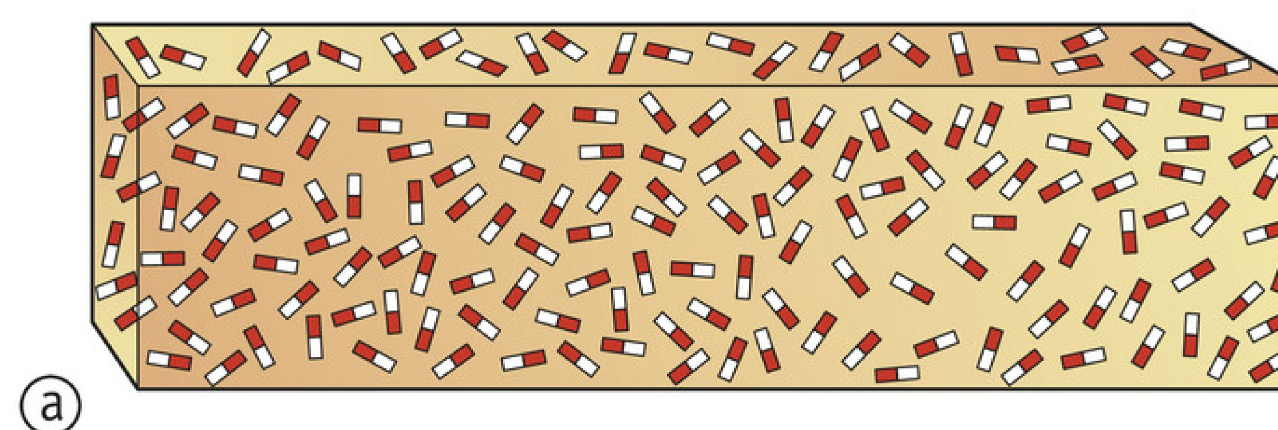
Rondom een magneet werkt onzichtbare magnetische kracht. Met ijzerpoeder kun je die kracht zichtbaar maken (afbeelding 6). Rond de magneet zie je dan de lijnen van de magnetische kracht. Deze lijnen noem je **magnetische krachtlijnen**.

De magnetische krachtlijnen gaan in bogen van de ene pool naar de andere. Alle krachtlijnen samen noem je het **magnetisch veld**. Dit magnetisch veld zie je in afbeelding 6. Bij de polen zie je lichtere vlekken. Dat komt doordat de krachten bij de polen het grootst zijn.

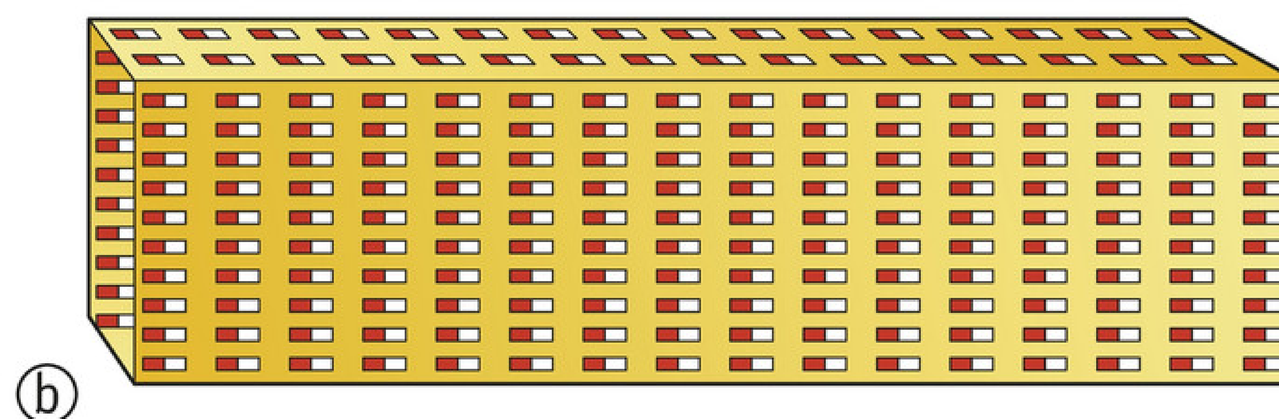
Je hebt geleerd dat stoffen bestaan uit moleculen. Moleculen zijn kleine deeltjes van een stof. Je hebt ook geleerd dat moleculen bestaan uit atomen. Atomen zijn de bouwstenen van moleculen. De stof ijzer bestaat uit ijzer-moleculen. IJzer-moleculen zijn opgebouwd uit ijzer-atomen.

Elk atoom ijzer is een klein magneetje. In een stuk ijzer liggen alle atomen in verschillende richtingen door elkaar. De magnetische krachten werken elkaar tegen en heffen elkaar op. Een gewoon stuk ijzer is daarom niet magnetisch (afbeelding 7a).

Houd je nu een magneet bij een stuk ijzer, dan worden alle ijzer-atomen dezelfde kant uit gericht. Alle noordpolen wijzen nu in dezelfde richting (afbeelding 7b). Het stuk ijzer is dan magnetisch. Haal je de magneet weg, dan gaan alle atomen weer door elkaar. Je hebt weer een gewoon stuk ijzer.



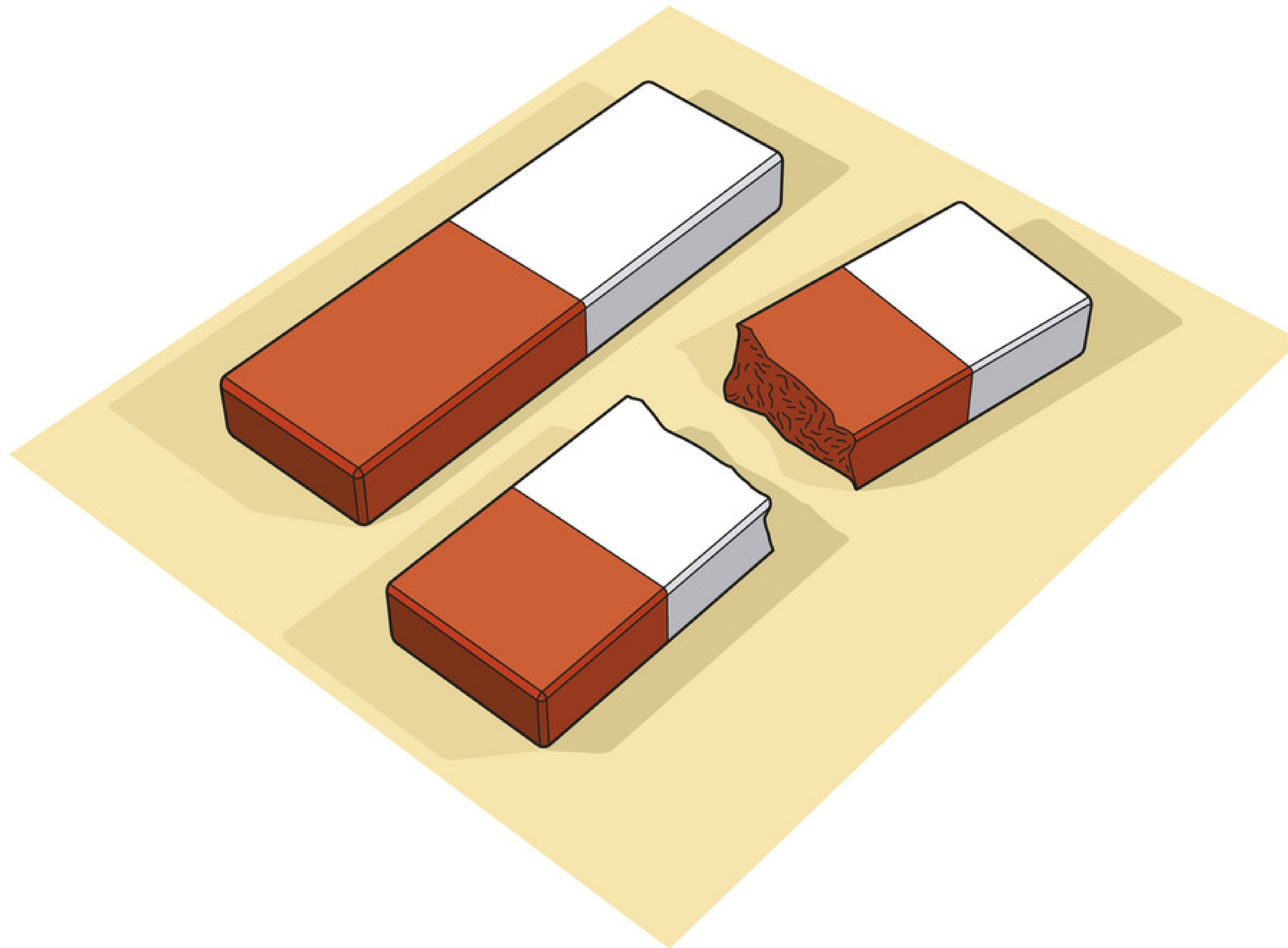
Een gewoon stuk ijzer is niet magnetisch.



In een magneet wijzen alle noordpolen in dezelfde richting.

▲ **afbeelding 7**

Als je een magneet in stukken breekt, wordt elk stuk zelf ook weer een magneet. Dit kun je begrijpen als je kijkt naar afbeelding 7. Stel dat je de magneet van afbeelding 7b doormidden breekt. In de twee nieuwe stukken liggen alle atomen nog steeds in dezelfde richting. Je hebt dan twee kleinere magneten. In afbeelding 8 zijn de noordpool en de zuidpool van de nieuwe magneten gekleurd.



▲ **afbeelding 8**
een magneet in twee stukken: twee nieuwe magneten

Permanente magneten

Magneten die nooit hun kracht verliezen, noem je **permanente magneten**. Permanent betekent 'voor altijd'. Permanente magneten worden gemaakt van stoffen met magnetische eigenschappen.

Opgaven

1 Welke metalen worden aangetrokken door een magneet?
- ☐ A aluminium en lood
- ☐ B koper en ijzer
- ☐ C koper en nikkel
- ☐ D nikkel en ijzer

2 Welke polen van een magneet trekken elkaar aan?
- ☐ A Noordpool en noordpool trekken elkaar aan.
- ☐ B Noordpool en zuidpool trekken elkaar aan.
- ☐ C Zuidpool en zuidpool trekken elkaar aan.

3 Waarom is een gewoon stuk ijzer geen magneet?

In gewoon ijzer liggen de atomen ______________________________

____

____

4 Een magneet breekt in twee stukken.
Waarom zijn de twee nieuwe stukken ook een magneet?

____

____

5 Wat gebeurt er als je de breukvlakken van een gebroken magneet tegen elkaar legt?
- ☐ A De breukvlakken stoten elkaar af.
- ☐ B De breukvlakken trekken elkaar aan.
- ☐ C De breukvlakken trekken elkaar niet aan en stoten elkaar niet af.

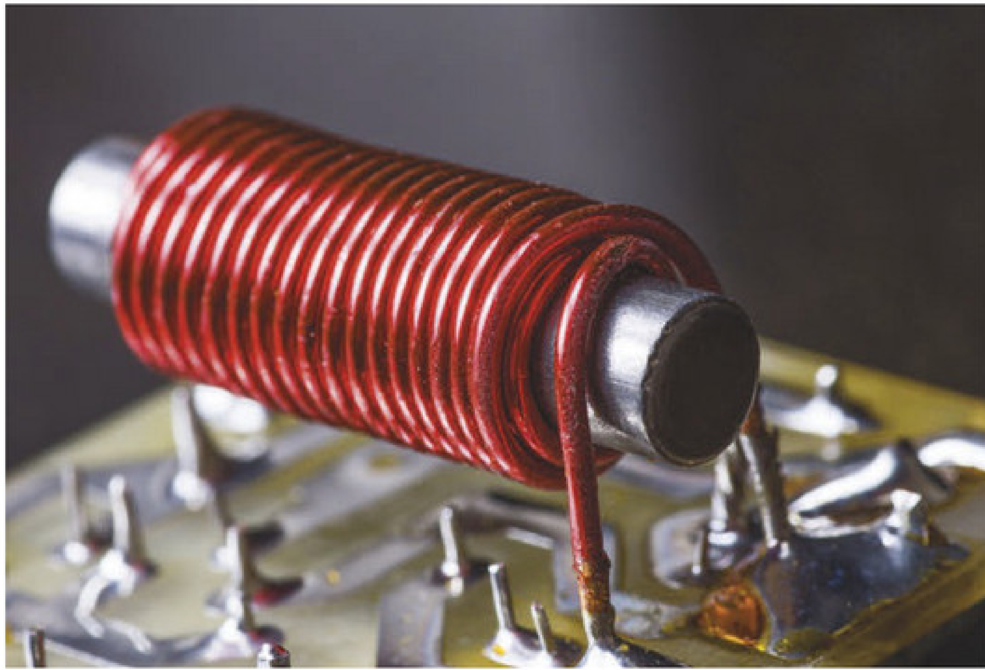
6 Wat is een permanente magneet?
Een permanente magneet is een magneet die NOOIT / SOMS zijn kracht verliest.

Onthouden!

IJzer en nikkel worden aangetrokken door een magneet.
Een magneet heeft een noordpool en een zuidpool.
Een noordpool en een zuidpool trekken elkaar aan.
Twee dezelfde polen stoten elkaar af.
Rondom een magneet zijn magnetische krachtlijnen.
Alle krachtlijnen samen noem je het magnetisch veld.
Een permanente magneet blijft altijd magnetisch.

2 Elektro-magneten

Een elektro-magneet werkt op elektriciteit. Je kunt hem aan en uit zetten. Je kunt de magneet sterker en minder sterk maken.



▲ **afbeelding 9**
Koperdraad rond een stuk ijzer wordt een elektro-magneet als er stroom doorheen loopt.

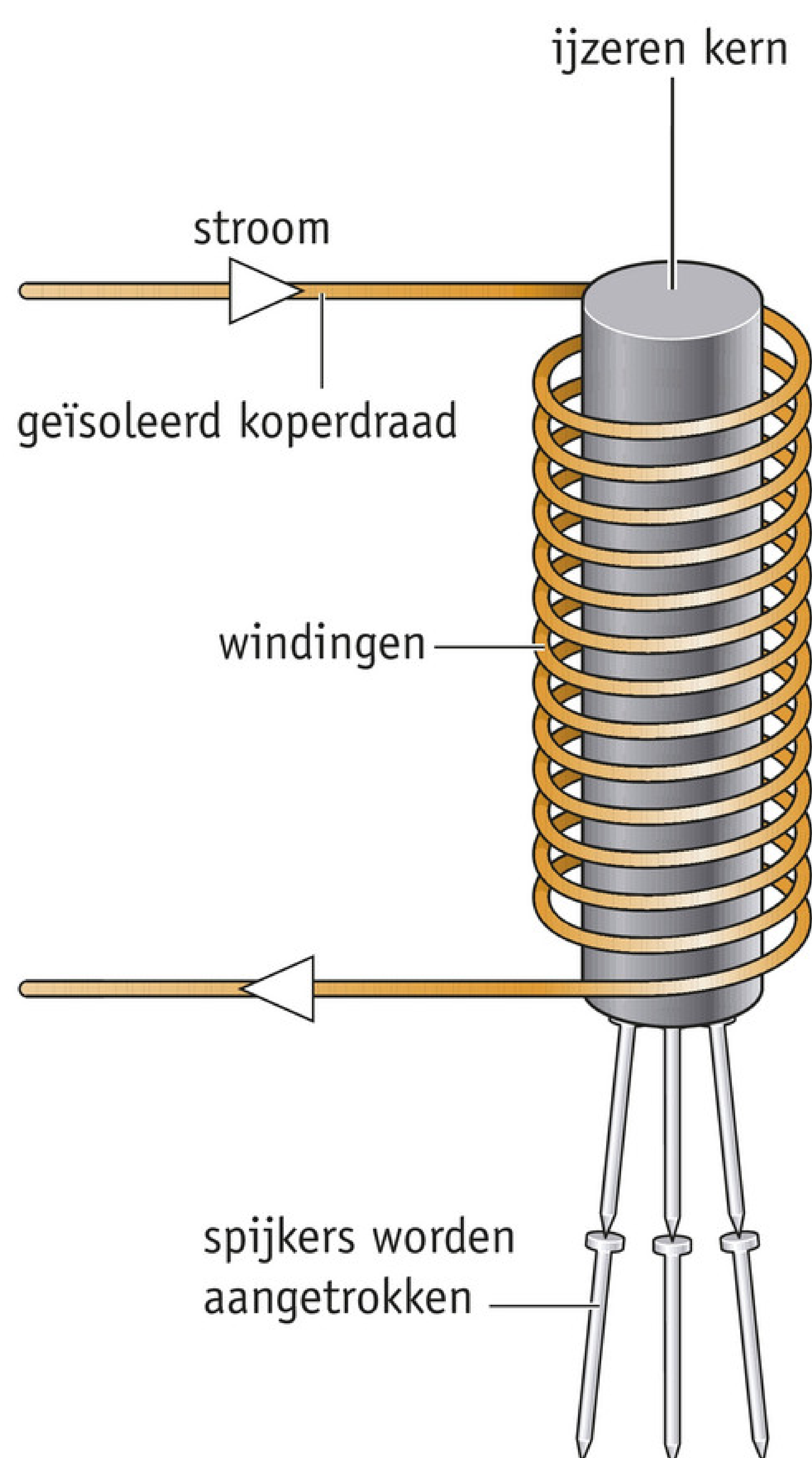
Koperdraad rond een kern

Een koperdraad waar een elektrische stroom doorheen loopt, wordt magnetisch. Rond de draad ontstaat een magnetisch veld. Als je de koperdraad om een stuk ijzer draait, wordt het magnetisch veld sterker. Je krijgt dan een magneet. Zo'n magneet noem je een **elektro-magneet** (afbeelding 9).

Afbeelding 10 is een tekening van een elektro-magneet. In een elektro-magneet zit een ijzeren staaf. Het is gewoon ijzer (geen magneet). Deze ijzeren staaf noem je de **kern** van de elektro-magneet. Zonder ijzeren kern is de elektro-magneet heel zwak.

Om de ijzeren kern is een koperdraad gewikkeld. Deze koperdraad noem je de **spoel**. Elke keer dat de koperdraad om de kern gaat, is één **winding**. De elektro-magneet in afbeelding 10 heeft veertien windingen.

Als door de spoel een elektrische stroom loopt, ontstaat een magneet. Als je de stroom uitschakelt, stopt het magnetisme van de spoel. Ook de kern is dan niet meer magnetisch. Een elektro-magneet werkt dus alleen als er stroom door de spoel loopt. Je kunt een elektro-magneet daardoor aan en uit zetten.



▲ **afbeelding 10**
een elektro-magneet

Om het koperdraad zit een laagje isolatie. Zo kan de stroom niet overspringen tussen de windingen. De isolatie is een laagje doorzichtige lak. Je kunt de isolatie daarom niet zien. Met plastic als isolatie zou de spoel te dik worden.

De kracht van een elektro-magneet kun je groter of kleiner maken. Dat kan op twee manieren:
- door de stroom door de draad groter of kleiner te maken;
- door het aantal windingen van de spoel groter of kleiner te maken.

Maak je de magnetische kracht groter, dan wordt de magneet sterker.
Hoe groter de stroom, hoe groter de magnetische kracht van de elektro-magneet.
Hoe meer windingen, hoe groter de magnetische kracht van de elektro-magneet.

Opgaven

7 Wat wordt gebruikt als isolatie voor de spoel van een elektro-magneet?
- ☐ A doorzichtige lak
- ☐ B glas
- ☐ C koperdraad
- ☐ D plastic

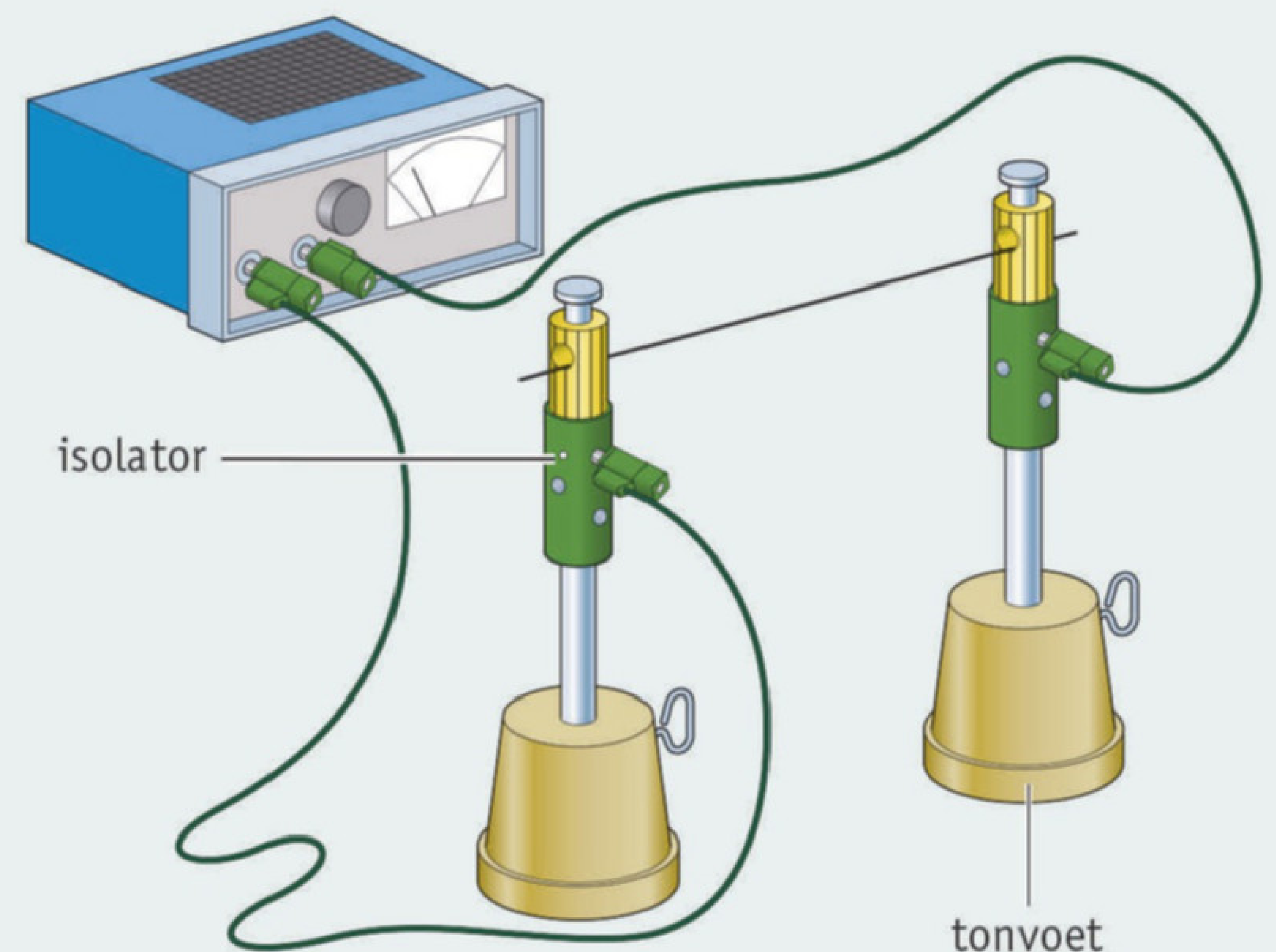
8 Waardoor wordt de kracht van een elektro-magneet het grootst?
- ☐ A door een groot aantal windingen en een grote stroom door de spoel
- ☐ B door een groot aantal windingen en een kleine stroom door de spoel
- ☐ C door een klein aantal windingen en een grote stroom door de spoel
- ☐ D door een klein aantal windingen en een kleine stroom door de spoel

9 Uit de spoel van een elektro-magneet wordt de ijzeren kern verwijderd.
Wat gebeurt er met de sterkte van de elektro-magneet?
- ☐ A De elektro-magneet wordt daardoor sterker.
- ☐ B De elektro-magneet wordt daardoor zwakker.
- ☐ C Er verandert niets aan de sterkte van de elektro-magneet.

Proef 2 Elektriciteit en magnetisme

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 veiligheidsbril
- ☐ 2 tonvoeten
- ☐ 2 isolatoren
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 1 regelbare voeding (0-30 V wisselspanning en gelijkspanning, 10 A)
- ☐ 1 staafmagneet
- ☐ 1 niet-magnetisch stalen staafje
- ☐ 1 duimstok
- ☐ 60 cm constantaan-draad (0,2 mm)

Uitvoering
- Maak de opstelling van afbeelding 11 volgens deze stappen:
  - Zet de tonvoeten met de isolatoren 50 cm uit elkaar.
  - Span de constantaan-draad tussen de isolatoren.
  - Zorg ervoor dat de draad strak staat.



▲ **afbeelding 11**
constantaandraad tussen twee isolatoren

- De schakelaar van de voeding moet uit staan.
- Zet de regelknop van de voeding op nul.
- Sluit de tonvoeten met de snoeren aan op de voeding.
- Stel de voeding in op wisselspanning.
- Steek de stekker van de voeding in het stopcontact.

- Zet je veiligheidsbril op. Draag de bril gedurende de hele proef.
- Zet de voeding aan.

> **Pas op!**
> De draad wordt gloeiend heet.
> Raak de draad dus niet aan!

- Draai de spanning langzaam omhoog met de regelknop.
- Stop met verhogen van de spanning als de draad donkerrood is.

1 De draad hangt in het midden WEL / NIET een beetje naar beneden.

2 De tonvoeten staan nog op dezelfde plaats.
Wat is er dus met de draad gebeurd?
☐ A De draad is korter geworden.
☐ B De draad is langer geworden.
☐ C De lengte van de draad is niet veranderd.

- Onthoud op welke stand de regelknop staat.
- Draai de spanning met de regelknop terug naar nul.
  De draad wordt weer koud.

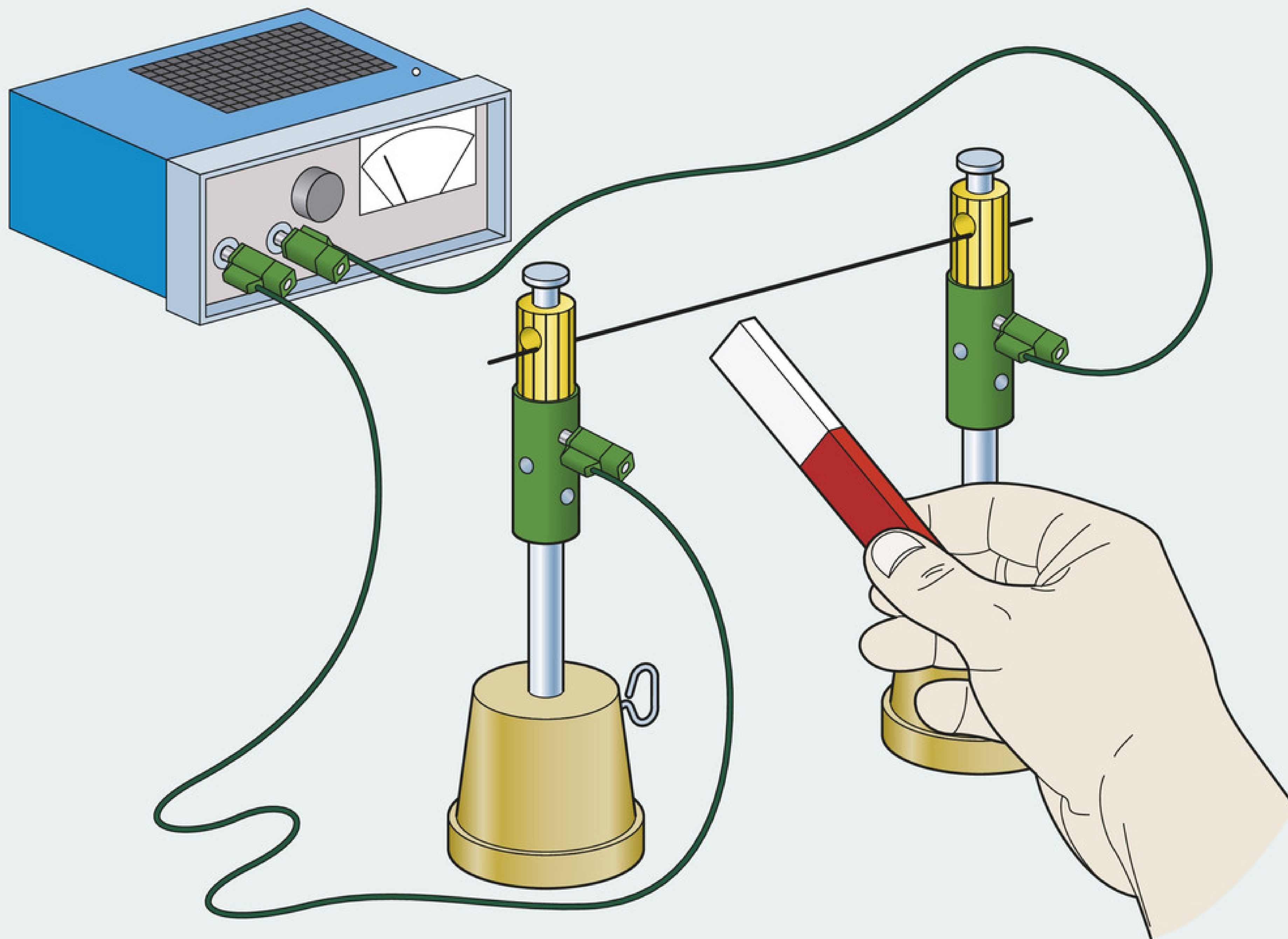
3 De draad wordt nu LANGER / KORTER.

- Draai de spanning met de regelknop weer naar de vorige stand.
  De draad wordt weer donkerrood.

4 De draad wordt weer LANGER / KORTER.

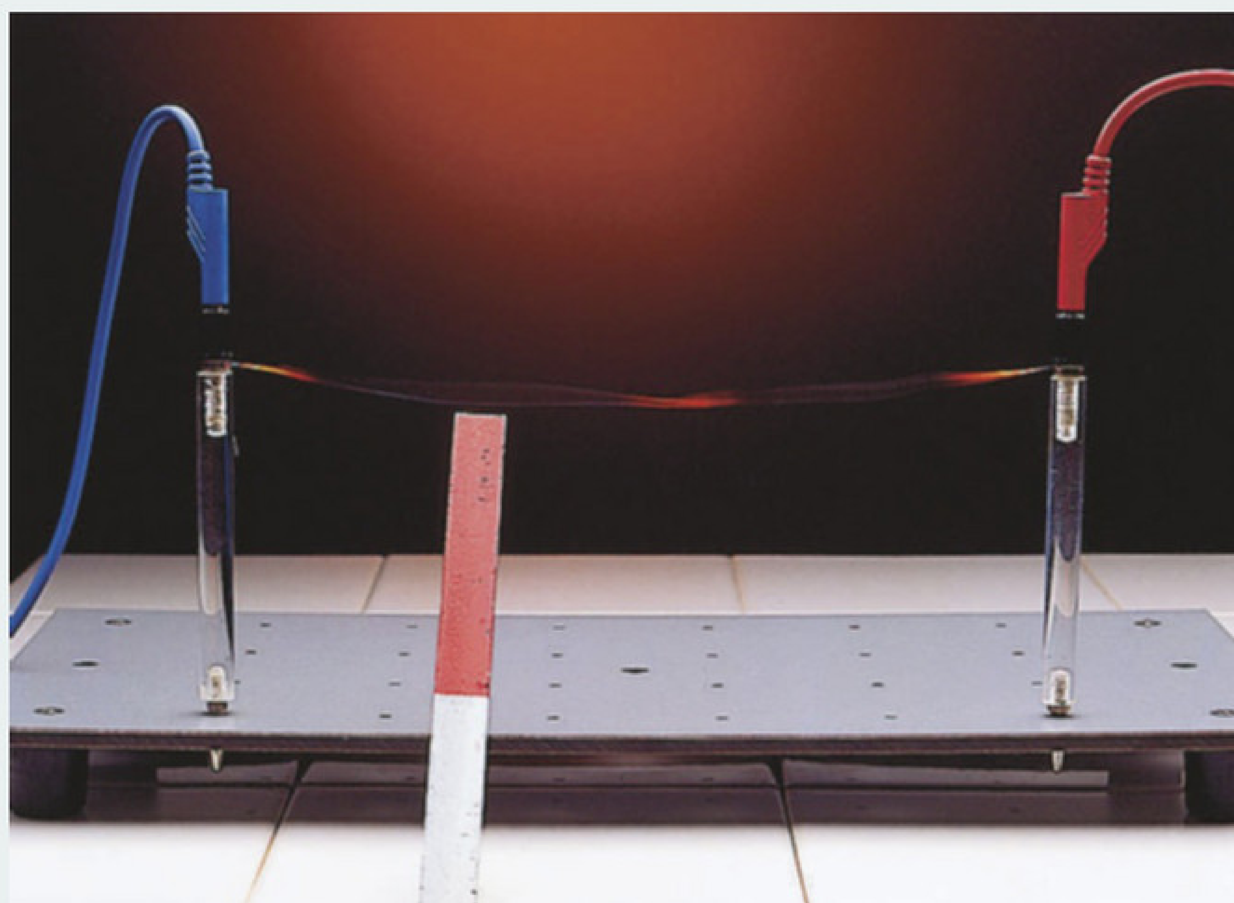
5 Wat gebeurt er met een metalen draad als hij warm wordt?
☐ A De draad wordt korter.
☐ B De draad wordt langer.
☐ C De lengte van de draad verandert niet.

- Draai de spanning met de regelknop langzaam iets omhoog.
- De draad moet een lichtrode kleur geven.
  Pas op! Draai niet verder door, anders gaat de draad kapot.
- Schuif de isolatoren verder uit elkaar zodat de draad strak staat.
- Pak nu de magneet.
- Houd de magneet iets onder de draad, zoals in afbeelding 12.
  Het maakt niet uit welke pool je bij de draad houdt.



▲ **afbeelding 12**
Houd de magneet iets onder de draad.

De draad moet nu een golvende beweging gaan maken zoals in afbeelding 13.
Door de wisselspanning wordt de draad magnetisch.
Het magnetisme in de draad wisselt van noord naar zuid.
Daardoor wordt de draad aangetrokken en weer afgestoten door de magneet.



▲ **afbeelding 13**
een trillende draad

- Pak het niet-magnetische stalen staafje.
- Houd het staafje op de plaats waar je net de magneet gehouden hebt.

6 Maakt de draad nu een golvende beweging?

- Draai de regelknop weer op nul.
- Zet de voeding uit.
- Schakel de voeding van wisselspanning om naar gelijkspanning.
- Zet de voeding weer aan.

- Draai de spanning heel langzaam omhoog.
- Ga door tot de draad een lichtrode kleur heeft.
- Pak de magneet.
- Houd de magneet voorzichtig onder de draad.
- Pas op dat de draad niet aan de magneet gaat plakken.
- Beweeg de magneet voorzichtig onder de draad, zonder de draad te raken.

7 Wat gebeurt er als er gelijkspanning op de draad staat?
- ☐ A Dan krijgt de draad een trillende beweging.
- ☐ B Dan wordt de draad óf aangetrokken óf afgestoten.

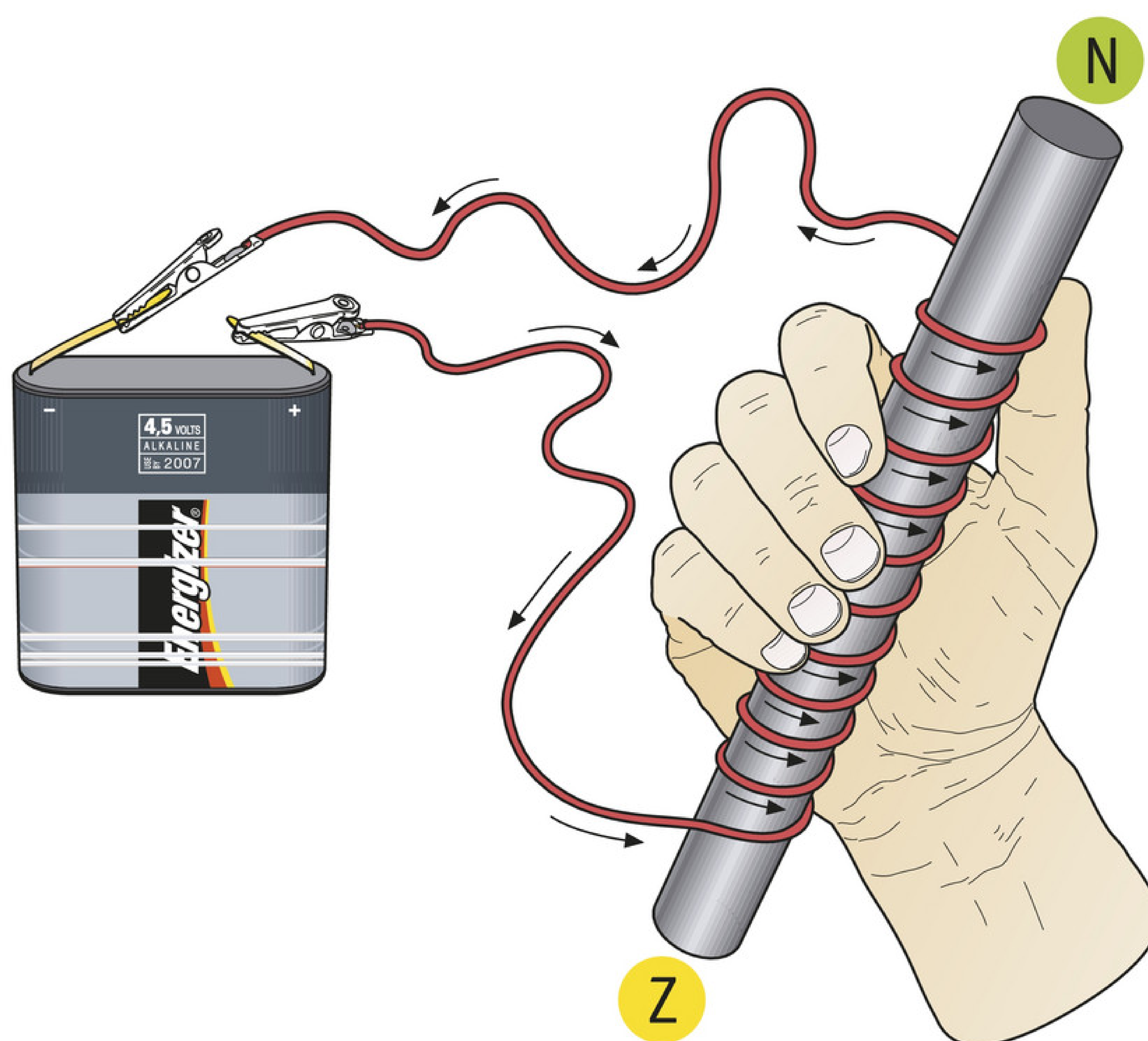
- Draai de regelknop weer op nul.
- Schakel de voeding uit.
- Trek de stekker uit het stopcontact.
- Je mag nu je veiligheidsbril afzetten.

- Ruim alles netjes op.

Gelijkstroom en wisselstroom

Een batterij heeft een plus en een min. De stroom in een stroomkring met een batterij loopt van de plus naar de min. De stroomrichting is altijd gelijk. De elektrische stroom van een batterij noem je daarom **gelijkstroom**. Een ander voorbeeld van gelijkstroom is een accu in een auto.

Kijk naar afbeelding 14. Een elektro-magneet wordt aangesloten op gelijkstroom van een batterij. De elektro-magneet krijgt dan een noordpool en een zuidpool.



▲ **afbeelding 14**
gelijkstroom door een elektro-magneet

Naast gelijkstroom heb je ook **wisselstroom**. Bij wisselstroom wisselt de richting van de stroom telkens. Dat komt doordat de plus en de min telkens van plaats wisselen. Voorbeelden van wisselstroom zijn een stopcontact en een dynamo. De stroom van het stopcontact wisselt 50 keer per seconde van richting. Bij een elektro-magneet die is aangesloten op wisselstroom, wisselen de polen 50 keer per seconde om.
Over gelijkstroom en wisselstroom leer je meer in paragraaf 3 en 4.

Opgaven

10 Wat voor stroom loopt er door een draad in een auto?
- ☐ A gelijkstroom
- ☐ B wisselstroom

11 Stan houdt een permanente magneet bij de kern van een elektro-magneet. De magneet trilt in de handen van Stan.
Wat voor stroom gaat er door de elektro-magneet?
- ☐ A gelijkstroom
- ☐ B wisselstroom

12 Wat voor spanning staat er op de spoel van een elektro-magneet, als de noordpool en de zuidpool op één plaats blijven?
- ☐ A gelijkspanning
- ☐ B wisselspanning

13 Wat gebeurt er met de kracht van een elektro-magneet, als de stroom door de elektro-magneet kleiner wordt?

____

____

Onthouden!

Rond een koperdraad waar elektrische stroom doorheen loopt, ontstaat een magnetisch veld.
Een elektro-magneet bestaat uit een ijzeren kern met een spoel van koperdraad.
De ijzeren kern versterkt het magnetisch veld.
De koperdraad is geïsoleerd met doorzichtige lak.
Hoe groter de stroom, hoe groter de magnetische kracht van de elektro-magneet.
Hoe meer windingen, hoe groter de magnetische kracht van de elektro-magneet.
Bij gelijkstroom blijven de polen van het magnetisch veld gelijk.
Bij wisselstroom wisselen de polen van het magnetisch veld telkens om.

3 Gelijkspanning

Het magnetisme van een permanente magneet kun je niet uitschakelen. Bij een elektro-magneet kan dat wel.

Elektro-magneet

Een batterij geeft gelijkstroom. De richting van de elektrische stroom in de stroomkring blijft gelijk. De plus en de min van de batterij blijven gelijk. De spanning op een batterij noem je **gelijkspanning**.

Bij gelijkspanning blijft de richting van de elektrische stroom steeds gelijk. Sluit je een elektro-magneet aan op een batterij, dan blijven de noordpool en de zuidpool op één plaats.

Bij een elektro-magneet op gelijkstroom verandert het magnetisch veld niet. Het magnetisch veld van een elektro-magneet op gelijkstroom kan erg sterk zijn. Zo sterk, dat je er grote stukken ijzer mee kunt optillen (afbeelding 15).



▲ **afbeelding 15**
een elektro-magneet op gelijkspanning

Het magnetisme van een elektro-magneet kun je uitzetten door de stroom uit te schakelen. De magneet in afbeelding 15 laat het ijzer vallen als de magneet wordt uitgeschakeld. Met een permanente magneet zou dat niet kunnen.

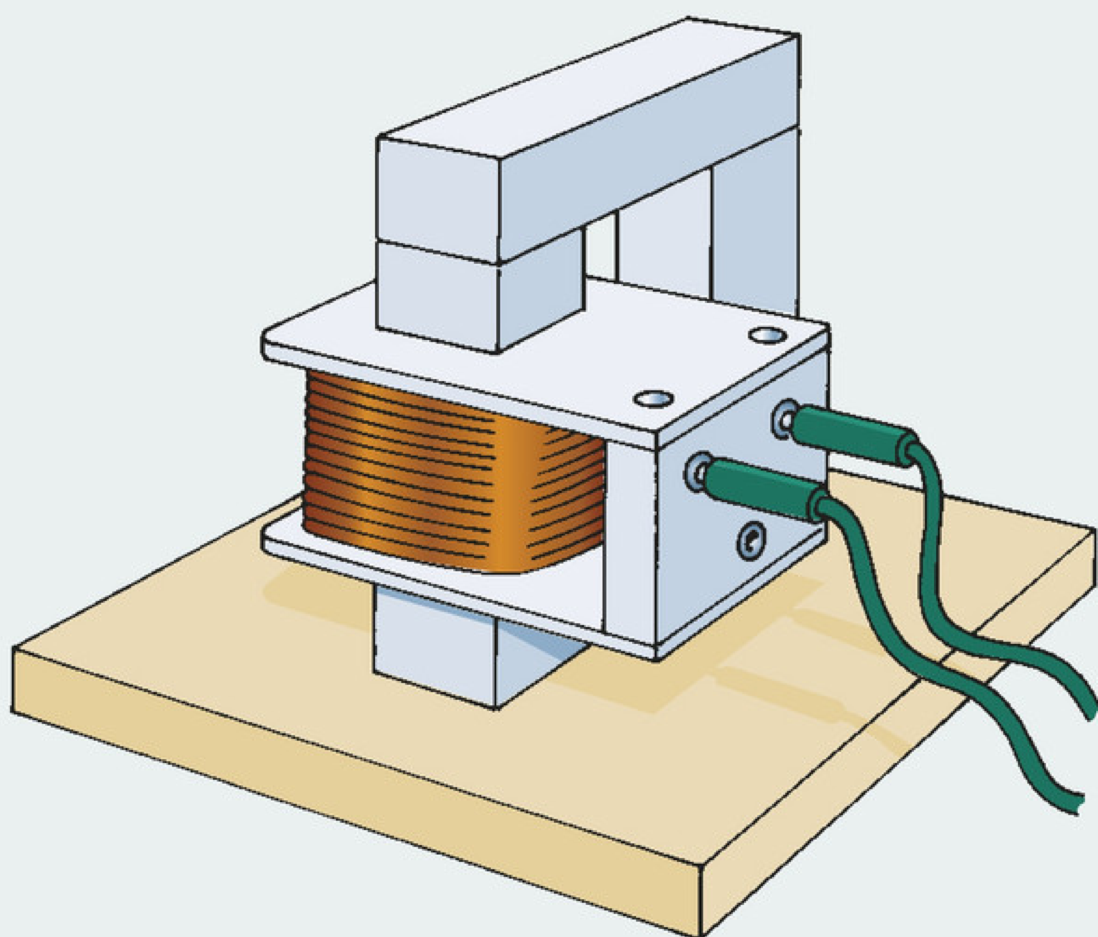
Proef 3 Een elektro-magneet

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 regelbare voeding voor gelijkspanning en wisselspanning
- ☐ 1 spoel met 600 windingen
- ☐ 1 I-kern
- ☐ 1 U-kern
- ☐ 2 snoeren

Uitvoering

- Laat de spoel om een been van de U-kern zakken.
- Zet de spoel met de U-kern voor je op tafel.
- Leg de I-kern op de U-kern, zoals in afbeelding 16.
- Til de I-kern op.



▲ **afbeelding 16**
een spoel om een U-kern met daarop een I-kern

1 De I-kern wordt WEL / NIET aangetrokken.

- Sluit de spoel met de snoeren aan op de voeding.
- Stel de voeding in op wisselspanning.
- Steek de stekker van de voeding in het stopcontact.
- Zet de voeding aan.
- Draai de spanning naar 10 V.
- Druk de U-kern met één hand vast op tafel.
- Til de I-kern met je andere hand op.

2 De I-kern wordt WEL / NIET aangetrokken.

- Wordt de I-kern niet aangetrokken, dan heb je iets fout gedaan. Controleer de aansluiting en de spanning.
- Leg de I-kern weer op de U-kern.
- Trek de I-kern voorzichtig iets omhoog, maar niet los van de U-kern.
- Je hoort een trillend geluid.
- Draai de spanning langzaam lager, van 10 V naar 0 V.

3 Je voelt dat de magnetische kracht STERKER / ZWAKKER wordt.

- Zet de voeding uit.
- Schakel de voeding om naar gelijkspanning.
- Zet de voeding weer aan.
- Leg de I-kern weer op de U-kern.
- Draai de spanning naar 4 V.
- Probeer de I-kern van de U-kern af te halen.

4 Hoe wordt de I-kern aangetrokken?
- ☐ A De I-kern wordt niet aangetrokken.
- ☐ B De I-kern wordt met een sterke kracht aangetrokken.
- ☐ C De I-kern wordt met een zwakke kracht aangetrokken.

- Draai de spanning naar 0 V.
- Pak de I-kern op.

5 Hoe wordt de I-kern nu aangetrokken?
- ☐ A De I-kern wordt niet aangetrokken.
- ☐ B De I-kern wordt met een sterke kracht aangetrokken.
- ☐ C De I-kern wordt met een zwakke kracht aangetrokken.

6 Een elektro-magneet kun je WEL / NIET inschakelen en uitschakelen.

- Zet de voeding uit.
- Haal de I-kern van de U-kern en leg hem op tafel.
- Schakel de voeding om naar wisselspanning.
- Zet de voeding weer aan.
- Draai de regelknop op 4 V.
- Leg de I-kern weer op de U-kern.

7 Hoe wordt de I-kern nu aangetrokken?
- ☐ A De I-kern wordt niet aangetrokken.
- ☐ B De I-kern wordt met een sterke kracht aangetrokken.
- ☐ C De I-kern wordt wel aangetrokken, maar de kracht is zwak.

- Schakel over naar gelijkspanning.
- Houd de spanning op 4 V.
- Probeer de sterkte van de elektro-magneet uit, maar pas op dat je niets kapot trekt.

- Draai de spanning naar 0 V.
- Zet de voeding uit.

8 Welk soort spanning geeft een elektro-magneet de grootste kracht?
- ☐ A gelijkspanning
- ☐ B wisselspanning

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

14 Bas werkt op een sloperij (afbeelding 17). Hij moet met een elektrische hijskraan zwaar schroot en oude auto's optillen.
Welke spanning staat op de spoel van de hijskraan?
- ☐ A Dat maakt niet uit.
- ☐ B gelijkspanning
- ☐ C wisselspanning

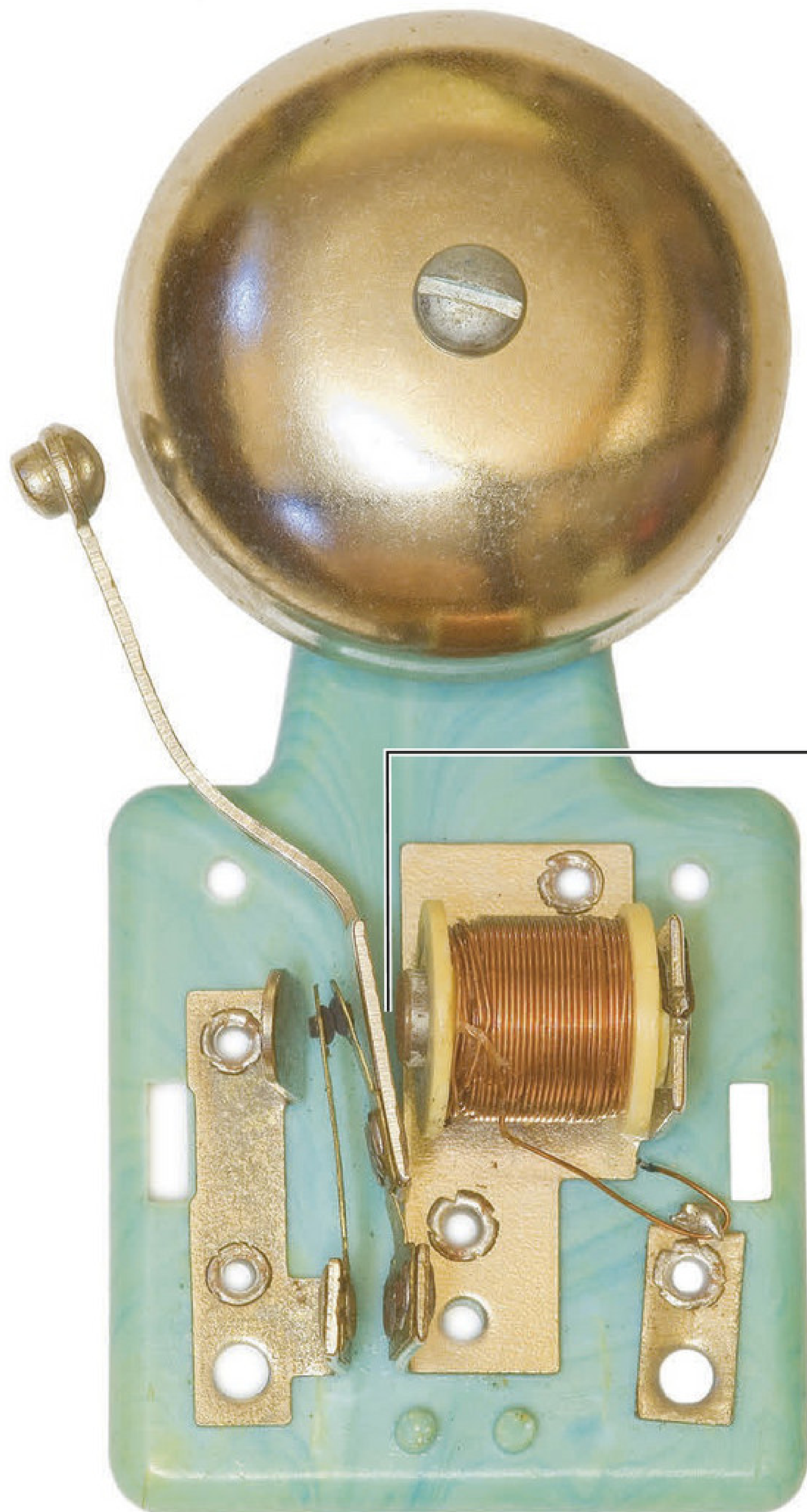


▲ **afbeelding 17**
Met deze sterke elektro-magneet tilt Bas schroot op.

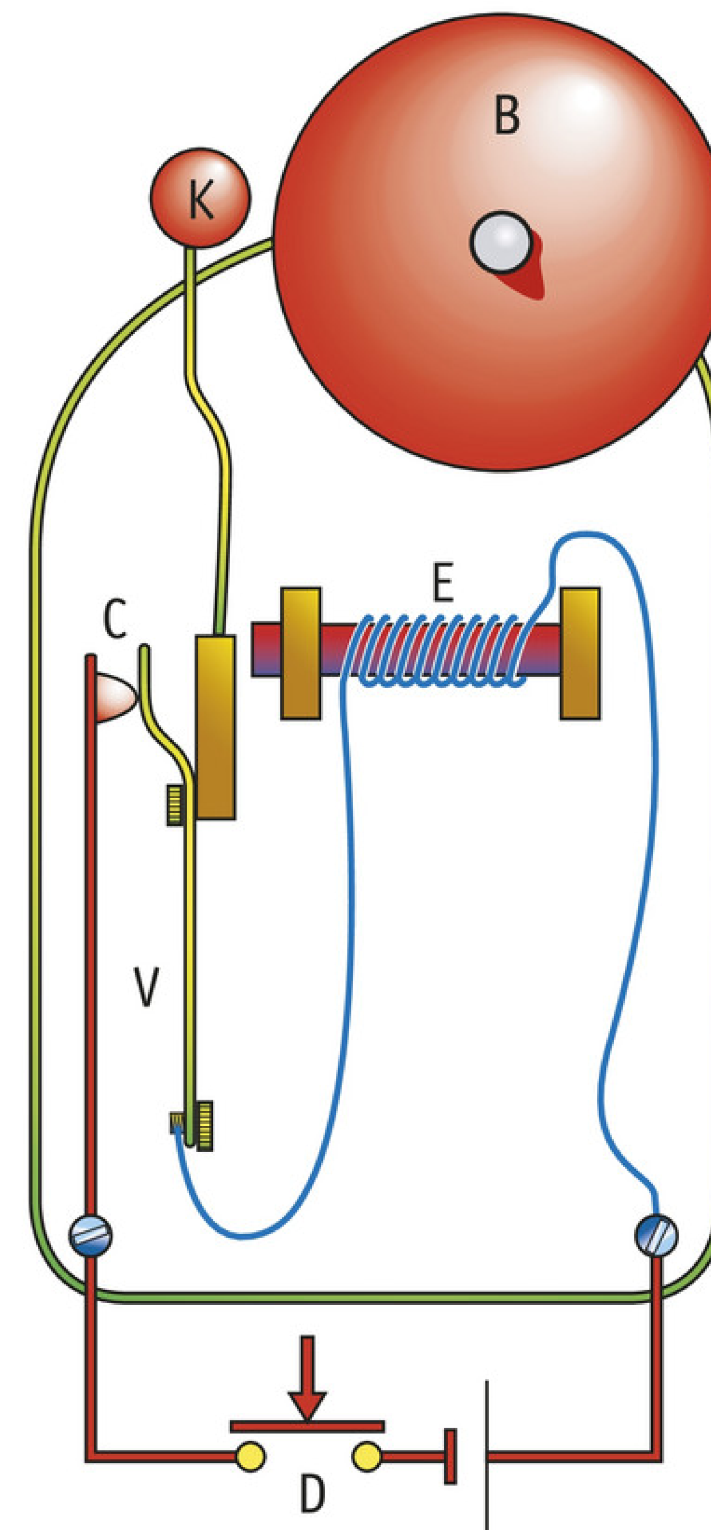
15 Bas tilt met zijn hijskraan het schroot op een vrachtwagen. Hij hijst het schroot precies boven de vrachtwagen.
Hoe haalt Bas het schroot van de elektro-magneet?
- ☐ A Bas trekt het schroot los van de elektro-magneet.
- ☐ B Bas draait de spanning om.
- ☐ C Bas zet de spanning op de elektro-magneet uit.

Deurbel

Een huis heeft vaak een elektrische deurbel. De bel is een metalen schaal, waar een hamertje tegenaan slaat (afbeelding 18 op bladzijde 150). Dat hamertje wordt klepel genoemd. In de deurbel zit een elektro-magneet. Drukt iemand op de drukschakelaar van de deurbel, dan schakelt de stroom in. De elektro-magneet wordt magnetisch. De onderkant van de klepel wordt aangetrokken. De klepel slaat tegen de bel.



▲ **afbeelding 18**
In een deurbel zit een elektro-magneet.



▲ **afbeelding 19**
een deurbel op gelijkspanning

Als de klepel één keer tegen de bel slaat, hoor je één keer 'ting'. Maar bij een deurbel slaat de klepel telkens snel achter elkaar tegen de bel. Daardoor hoor je de bel rinkelen. In afbeelding 19 zie je hoe dat werkt.
Druk je op schakelaar D, dan maak je een gesloten stroomkring:

- De stroom loopt door contact C.
- Door veer V gaat de stroom naar spoel E.
- De stroom gaat door de spoel terug naar de batterij.

Het stalen plaatje van de klepel wordt aangetrokken door de spoel. Klepel K slaat tegen bel B. Daardoor gaat contact C open. Nu loopt er geen stroom meer door de spoel.
De klepel valt weer terug. Daardoor sluit contact C. Door de spoel gaat weer stroom lopen, de elektro-magneet wordt weer magnetisch. De klepel wordt aangetrokken en slaat tegen de bel. Enzovoort.
Zo blijft de bel rinkelen tot drukknop D wordt losgelaten.

Opgaven

16 In afbeelding 19 zie je het symbool van een drukknop (D). Rechts naast de drukknop staat nog een symbool. Door dit symbool weet je dat de deurbel is aangesloten op gelijkspanning.
Welk onderdeel geeft dit symbool aan?

___

17 Als er gelijkstroom door spoel E gaat, wordt de spoel WEL / NIET magnetisch.

18 Als er wisselstroom door spoel E gaat, wordt de spoel WEL / NIET magnetisch.

+19 Kijk naar afbeelding 19.
Waarom wordt contact C van de deurbel een verbreek-contact genoemd?
- ☐ A Dit contact verbreekt de stroom als de batterij leeg is.
- ☐ B Dit contact verbreekt de stroom als de klepel wordt aangetrokken.
- ☐ C Dit contact verbreekt de stroom als drukknop D wordt ingedrukt.
- ☐ D Dit contact verbreekt de stroom als drukknop D wordt losgelaten.

+20 Op wat voor spanning kun je deze deurbel aansluiten?
- ☐ A alleen op gelijkspanning
- ☐ B alleen op wisselspanning
- ☐ C op gelijkspanning en op wisselspanning

Werken op een booreiland

Opleiding transport, scheepvaart en logistiek

Hier zie je het uitzicht van Geoffry. Hij werkt als kraanmachinist op een booreiland. Met een grote elektro-magneet tilt hij de stalen pijpen op. Hij zorgt ervoor dat de pijpen op de goede plaats terechtkomen. Geoffry deed op het mbo de opleiding transport, scheepvaart en logistiek. Hij wilde altijd al werken op een schip, in de haven of op zee. Geoffry werkt steeds twee weken achter elkaar, twaalf uur per dag. Daarna is hij twee weken vrij. Hij werkt hard en verdient goed.



▲ **afbeelding 20**
Geoffry werkt op een booreiland.

Onthouden!

Bij gelijkspanning blijft de richting van de stroom in de stroomkring gelijk.
Bij een elektro-magneet die is aangesloten op gelijkstroom, blijven de noordpool en zuidpool op één plaats.
Het magnetisch veld van een elektro-magneet op gelijkstroom is sterk.
Bij een deurbel op gelijkspanning wordt de stroomkring telkens onderbroken en weer gesloten.

4 Wisselspanning

Een spoel wordt magnetisch als je er spanning op zet. Je kunt ook spanning opwekken met een magneet en een spoel.

Heen en weer

Je hebt geleerd dat een ijzeren kern in een spoel magnetisch wordt, als je stroom door de spoel laat lopen. Dit is een elektro-magneet. Neem je nu in plaats van de ijzeren kern een magneet, dan kun je de werking van een elektro-magneet omdraaien. In plaats van magnetisme maken met stroom, kun je dan stroom maken met magnetisme.

Proef 4 Elektriciteit maken met een magneet en een spoel

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 staafmagneet
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 1 spoel van 600 windingen
- ☐ 1 stroommeter van 100 mA met positieve en negatieve schaal

Uitvoering

- Sluit de snoeren aan op de spoel en de stroommeter.
- Beweeg de magneet langzaam heen en weer in de spoel.

1 De wijzer van de meter gaat SNEL / LANGZAAM heen en weer.

- Beweeg de magneet opnieuw heen en weer in de spoel.
- Begin met langzame bewegingen.
- Beweeg de magneet steeds sneller.

2 De wijzer van de meter gaat SNELLER / LANGZAMER heen en weer.

Als je snel beweegt, slaat de wijzer minder ver uit dan bij langzaam bewegen. Dat komt niet doordat de stroom minder wordt. De wijzer kan de snelheid niet bijhouden. Daarom slaat de wijzer niet meer zo ver uit.

- Pak de magneet vast bij de zuidpool.
- Duw de noordpool in de spoel.

3 De wijzer van de meter gaat naar RECHTS / LINKS.

- Pak nu de magneet vast bij de noordpool.
- Duw de zuidpool in de spoel.

4 De wijzer van de meter gaat naar RECHTS / LINKS.

- Leg de magneet in de spoel en beweeg hem niet.

5 De wijzer beweegt WEL / NIET.

- Houd nu de magneet vast op één plek en beweeg de spoel heen en weer.

6 De wijzer van de meter beweegt WEL / NIET heen en weer.

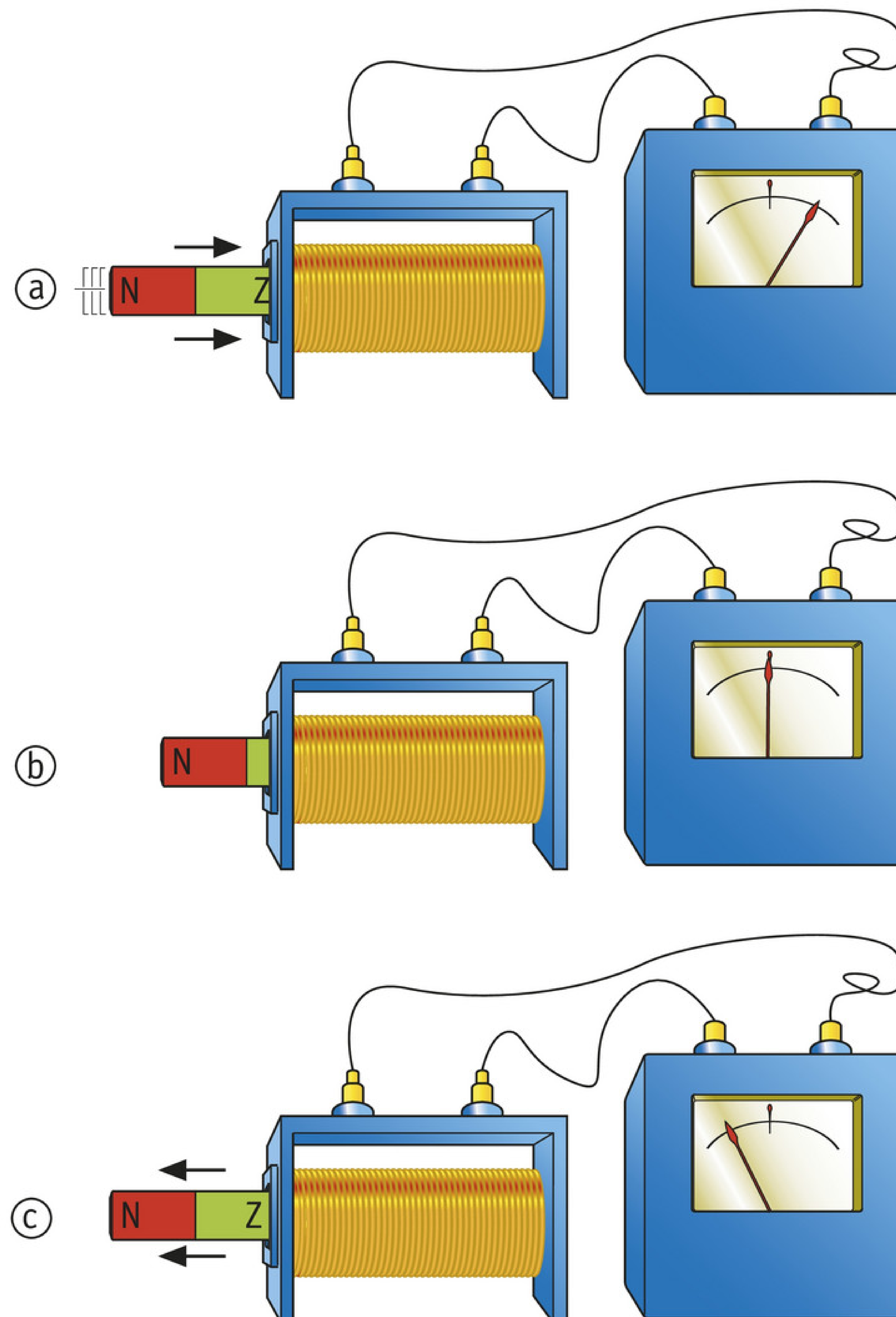
7 Beweeg je een spoel in een magneetveld, dan wordt er WEL / NIET elektriciteit opgewekt.

- Ruim alles netjes op.

Elektrische stroom opwekken

Je beweegt een magneet in een spoel. Bekijk in afbeelding 21 wat er gebeurt.

– In afbeelding 21a gaat de magneet de spoel in. In de spoel gaat een elektrische stroom lopen. Dat kun je zien aan de stroommeter. De wijzer slaat uit naar rechts.
– In afbeelding 21b is de magneet in de spoel zonder te bewegen. Er loopt geen stroom. De wijzer staat op nul.
– In afbeelding 21c gaat de magneet de spoel uit. De wijzer van de stroommeter gaat naar links. Er loopt weer een elektrische stroom door de draad, maar nu de andere kant op.



▶ **afbeelding 21**
stroom opwekken met een magneet en een spoel

Het magnetisch veld van de spoel verandert als je de magneet beweegt. Daardoor wek je in de spoel een elektrische stroom op. Als de magneet de andere kant op beweegt, verandert de richting van de stroom. Doordat de magneet heen en weer beweegt, wordt een wisselstroom opgewekt.

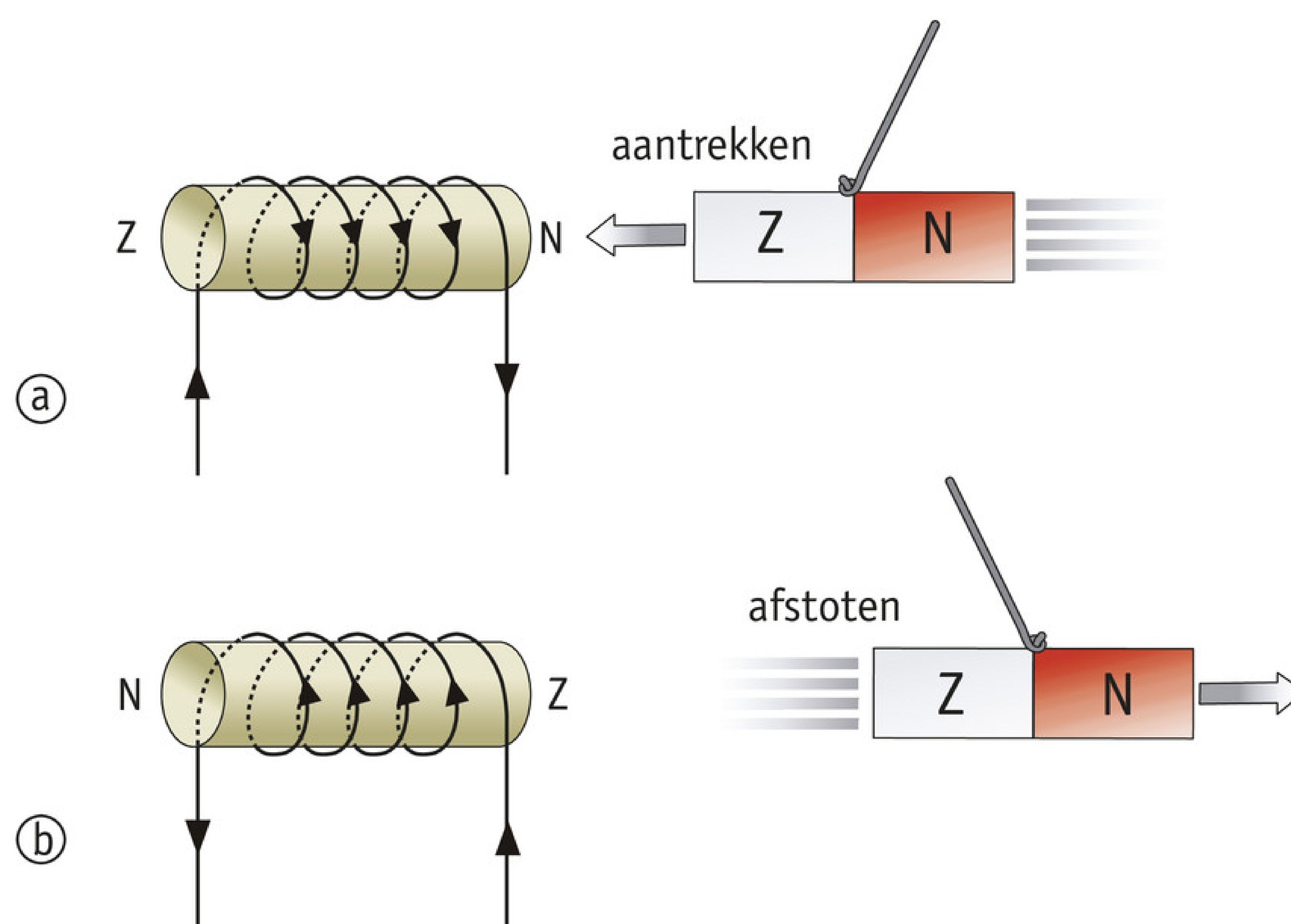
Wisselspanning op een spoel

Een stopcontact geeft wisselstroom. De stroom op een stopcontact wisselt 50 keer per seconde van richting. De spanning op een stopcontact noem je **wisselspanning**. De pluspool en de minpool wisselen 50 keer per seconde om.

De wisselspanning op een stopcontact heeft een frequentie van 50 hertz (Hz). De **frequentie** is het aantal keer per seconde dat de polen wisselen.

Je sluit een spoel aan op wisselspanning. Door de spoel gaat een wisselstroom lopen. Hierdoor ontstaat in de spoel een wisselend magnetisch veld. Dat betekent dat de polen van de elektro-magneet telkens van plaats wisselen. Dit zie je in afbeelding 22.

De wisselspanning op het stopcontact heeft een frequentie van 50 Hz. Het magnetisch veld van de spoel wisselt daardoor ook 50 keer per seconde.



▲ **afbeelding 22**
een elektro-magneet op wisselspanning

Opgaven

21 Wat gebeurt er met het magnetisch veld in een spoel die is aangesloten op wisselspanning?
In de spoel blijft het magnetisch veld WEL / NIET gelijk.

22 Wat gebeurt er met het magnetisch veld in een spoel die is aangesloten op gelijkspanning?
In de spoel blijft het magnetisch veld WEL / NIET gelijk.

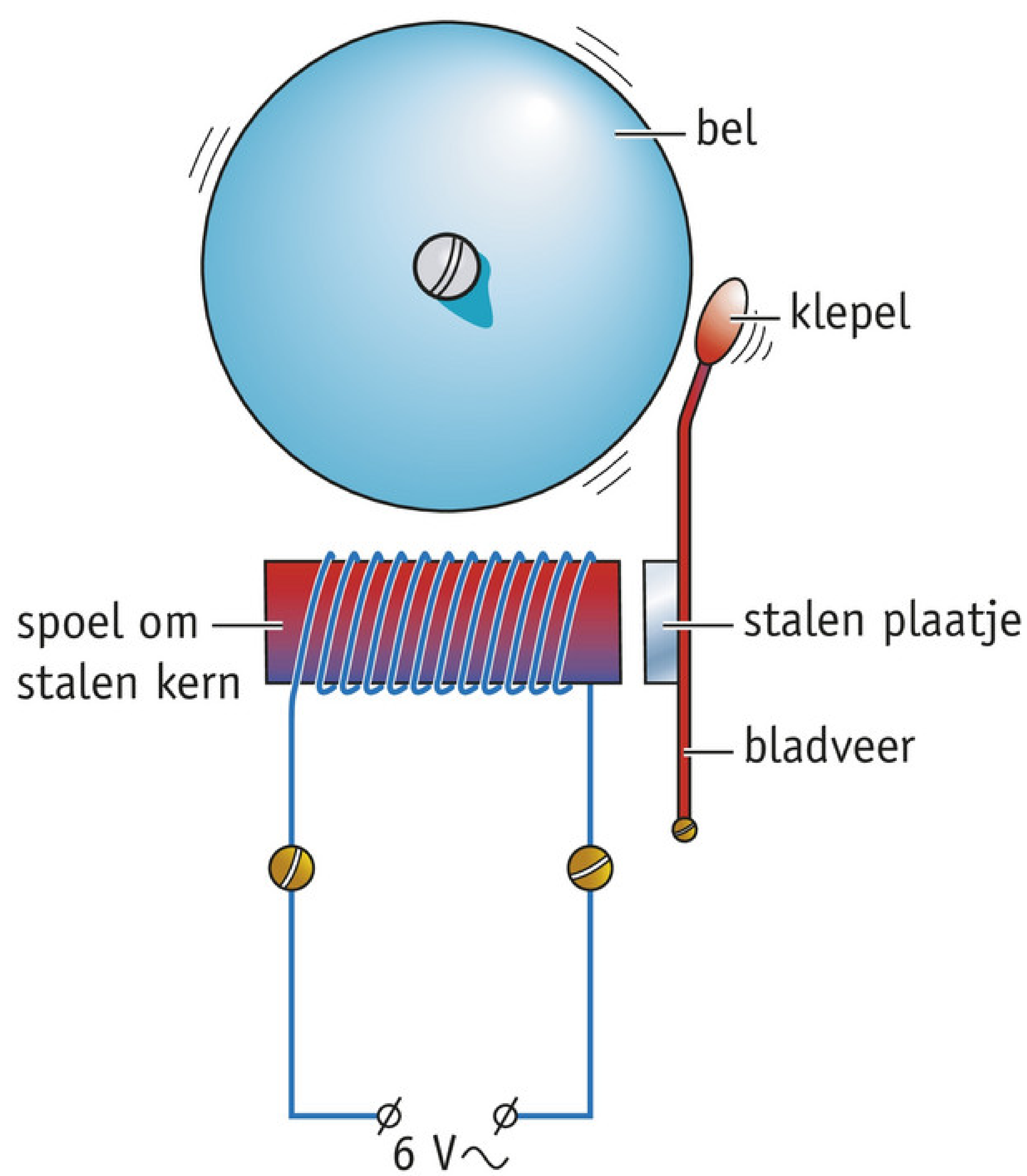
23 Wat gebeurt er met de stroom in een spoel als het magnetisch veld in de spoel wisselt?
- ☐ A Dan blijft de richting van de elektrische stroom hetzelfde.
- ☐ B Dan draait de richting van de elektrische stroom telkens om.
- ☐ C Dan loopt er geen stroom door de spoel.

24 Ruben gebruikt een magneet en een spoel om elektriciteit op te wekken.
Wanneer loopt er geen stroom door de spoel?
- ☐ A Als Ruben de magneet in de stilstaande spoel duwt.
- ☐ B Als Ruben de magneet uit de stilstaande spoel haalt.
- ☐ C Als Ruben de spoel beweegt en de magneet stil houdt.
- ☐ D Als Ruben de spoel en de magneet stil houdt.

25 Een spoel is aangesloten op wisselspanning. De voorkant van de spoel is een noordpool.
Wat is op dat moment de achterkant van de spoel?
- ☐ A een noordpool
- ☐ B een zuidpool
- ☐ C niet magnetisch

26 Een spoel wordt aangesloten op een wisselspanning van 6 V. De wisselspanning heeft een frequentie van 50 Hz.
Hoeveel keer wisselt het magnetisch veld in de spoel?
- ☐ A Het magnetisch veld wisselt 6 keer per seconde.
- ☐ B Het magnetisch veld wisselt 50 keer per seconde.
- ☐ C Het magnetisch veld wisselt 6 × 50 = 300 keer per seconde.
- ☐ D Het magnetisch veld wisselt niet.

+27 Een spoel is aangesloten op wisselspanning. De voorkant van de spoel is niet magnetisch.
Wat is op dat moment de achterkant van de spoel?
- ☐ A een noordpool
- ☐ B een zuidpool
- ☐ C niet magnetisch



▲ **afbeelding 23**
een bel op wisselspanning

Deurbel op wisselspanning

Je hebt geleerd hoe een deurbel op gelijkspanning werkt. De stroomkring wordt telkens onderbroken en weer gesloten. De klepel slaat steeds opnieuw tegen de bel.

Een deurbel op wisselspanning werkt eenvoudiger (afbeelding 23).

De deurbel is aangesloten op het stopcontact. De spanning op de elektro-magneet wisselt telkens om. De noordpool en de zuidpool van de elektro-magneet wisselen dus telkens om.

Aan de klepel zit een stalen plaatje en een bladveer. Het stalen plaatje wordt om en om aangetrokken en losgelaten door de elektro-magneet. De bladveer trekt de klepel naar achteren. De klepel slaat hierdoor 50 keer per seconde tegen de bel.

Opgaven

+28 De bel van afbeelding 23 wordt aangesloten op gelijkspanning.
Wat gebeurt er als je de spanning inschakelt?

____

____

____

+29 Daan heeft een deurbel gemaakt zoals in afbeelding 23. De spoel van de deurbel heeft 200 windingen. Daan sluit de bel aan op een wisselspanning van 6 V met een frequentie van 50 Hz. De bel werkt wel, maar de klepel slaat te zacht tegen de belschaal.
Bedenk twee manieren waarop Daan zijn elektro-magneet sterker kan maken, zodat de klepel wel hard tegen de belschaal slaat.

____

____

____

____

Onthouden!

Een bewegende magneet in een spoel wekt een wisselstroom op.
Bij wisselstroom wisselt de elektrische stroom telkens van richting.
Bij een elektro-magneet op wisselspanning wisselen de polen telkens om.
Het aantal wisselingen per seconde noem je de frequentie.
De frequentie geef je aan in hertz (Hz).
De wisselspanning op een stopcontact heeft een frequentie van 50 Hz.

5 Elektro-motor en dynamo

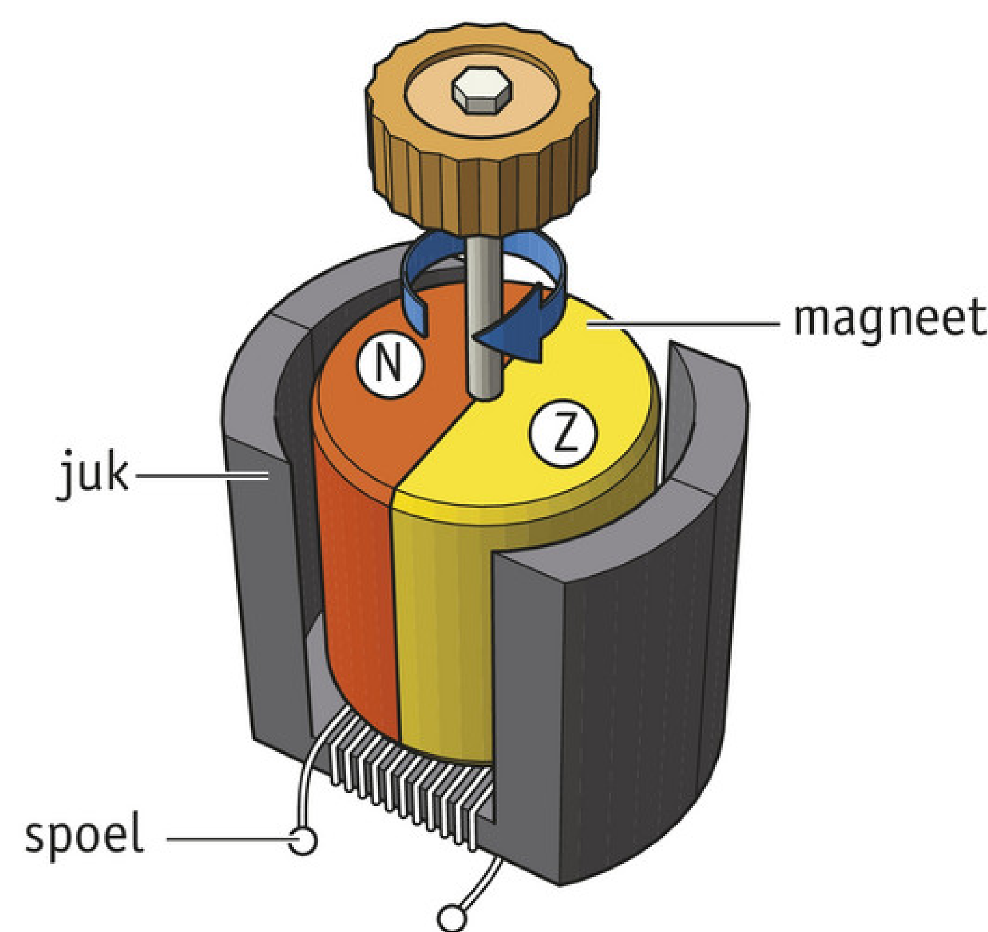
Op een fiets zit soms een dynamo. In een windmolen zit een generator. Een generator is een grote dynamo.

De dynamo

Vooral op oudere fietsen zit vaak nog een **dynamo** (afbeelding 24). In afbeelding 25 zie je de binnenkant van een dynamo. Een dynamo bestaat uit:
- een spoel;
- het juk (de ijzeren kern);
- een magneet die kan draaien.



▲ **afbeelding 24**
een dynamo op een fiets



▲ **afbeelding 25**
Zo werkt een dynamo.

Als het wieltje van de dynamo draait, gaat de magneet ronddraaien. Als de magneet ronddraait, wisselen de noordpool en de zuidpool telkens van plaats. Hierdoor verandert telkens het magnetisch veld in het juk. Ook het magnetisch veld door de spoel verandert telkens. Hierdoor gaat in de spoel een wisselstroom lopen.

Dit werkt zo bij een dynamo op een fiets, maar ook bij een generator in een windmolen. De wieken van de windmolen zitten vast aan de as van een magneet. Een generator is dus een grote dynamo.

Bij normaal fietsen geeft de dynamo een wisselspanning van ongeveer 6 V. Fiets je langzamer, dan wordt de spanning lager. Sta je stil, dan levert de dynamo geen spanning.

Als het stevig waait, levert de generator van een windmolen een spanning van 600 V. Als het minder hard waait, is de spanning lager. Als de windmolen niet draait, levert hij geen spanning.

Opgaven

30 Welke vorm heeft de magneet van een dynamo?
- ☐ A hoefijzer
- ☐ B rechthoekig
- ☐ C rond
- ☐ D vierkant

31 Een draaiende dynamo geeft GELIJKSPANNING / WISSELSPANNING.

32 Hoe groot is de spanning die een dynamo levert bij normaal fietsen?

ongeveer ______ V

33 Waarom levert een dynamo geen spanning als je stilstaat?

____

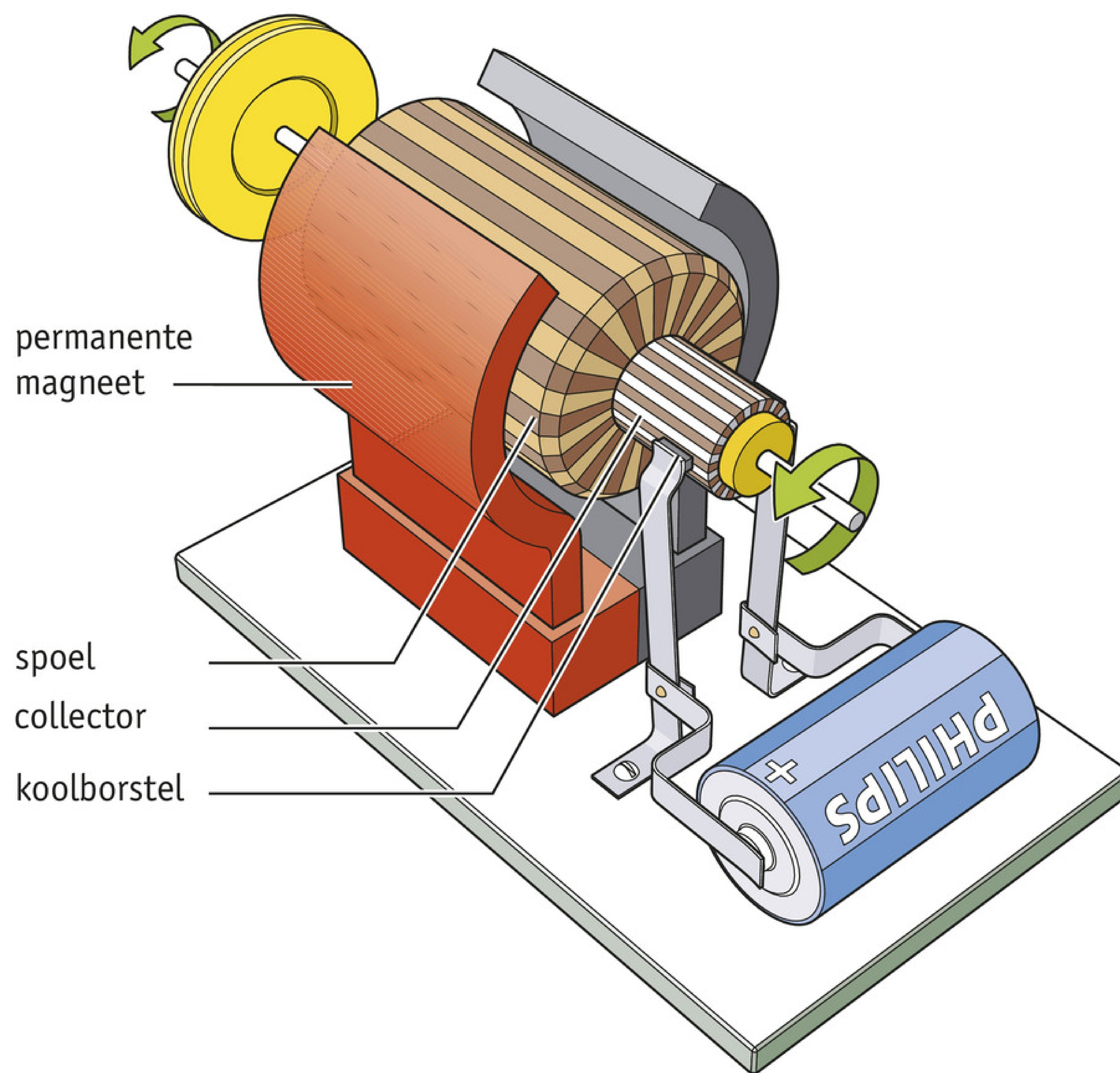
34 Emma rijdt in het donker op haar fiets. Ze stopt voor een rood verkeerslicht. De lamp aan de voorkant van haar fiets gaat uit. Het achterlicht van haar fiets blijft branden.
Hoe werkt de verlichting van de fiets van Emma?
- ☐ A Het voorlicht en het achterlicht van de fiets werken op een batterij.
- ☐ B Het voorlicht en het achterlicht van de fiets werken op een dynamo.
- ☐ C Het voorlicht werkt op een batterij en het achterlicht werkt op een dynamo.
- ☐ D Het voorlicht werkt op een dynamo en het achterlicht op een batterij.

35 Wat weet je van de wind, als de generator van een windmolen een spanning levert van 400 V?
- ☐ A Dan is er geen wind.
- ☐ B Dan is er weinig wind.
- ☐ C Dan waait het stevig.
- ☐ D Dan stormt het.

De elektro-motor

Als je de werking van een dynamo omkeert, krijg je een **elektro-motor** (afbeelding 26). Een eenvoudige elektro-motor bestaat uit:
- een permanente magneet;
- een spoel;
- koolborstels;
- een collector.

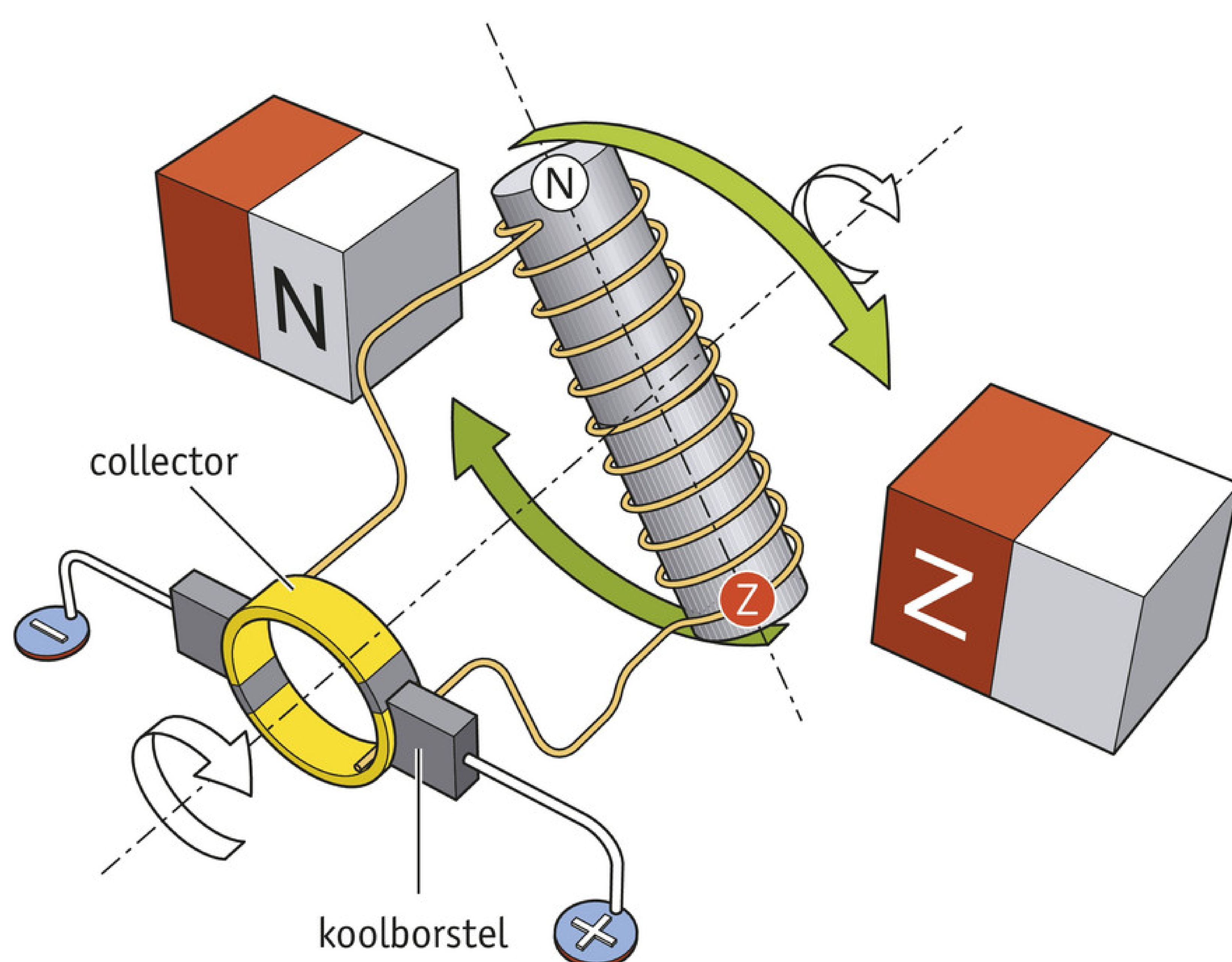
De **koolborstels** zijn de contactpunten van de elektro-motor. De koolborstels zijn aangesloten op een spanningsbron en ze maken contact met de **collector**. De collector en de spoel zijn gemonteerd op de as van de motor.



▲ **afbeelding 26**
een eenvoudige elektro-motor

De collector bestaat uit twee halve koperen ringen met isolatie ertussen (afbeelding 27). Een halve ring is verbonden met het begin van de spoel. De andere halve ring is verbonden met het einde van de spoel.

Door de spoel gaat een stroom lopen. De spoel wordt hierdoor magnetisch. De noordpool van de spoel en de noordpool van de permanente magneet stoten elkaar af. De spoel gaat bewegen. Hij draait een halve slag.



▲ **afbeelding 27**
Een elektro-motor draait door magnetisme.

Een halve ring van de collector zat eerst tegen de min. Die halve ring komt nu tegen de plus. Hierdoor keert de richting van de stroom in de spoel om. Hierdoor keren de noordpool en de zuidpool van de spoel om. De spoel draait weer een halve slag. Dit blijft zich herhalen. De spoel blijft draaien. Daardoor blijft het motortje draaien.

Als je de plus en de min op de koolborstels omwisselt, draait het motortje de andere kant op. Op sommige motortjes kun je de magneet omdraaien. Ook dan draait het motortje de andere kant op.

Proef 5 Een fietsdynamo als elektro-motor

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 voeding van 6 V wisselspanning
- ☐ 1 fietsdynamo
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 2 krokodillen-bekjes
- ☐ 1 platte batterij van 4,5 V



▲ **afbeelding 28**
een dynamo als elektro-motor

Uitvoering

- Steek aan elk snoer een krokodillen-bekje.
- Sluit de snoeren aan op de voeding.
- Klem één krokodillen-bekje aan het contact onder aan de dynamo (afbeelding 28).
- Klem het andere krokodillen-bekje aan de beugel van de dynamo.
- Houd de dynamo in één hand vast.
- Stel de voeding in op 6 V wisselspanning.
- Zet de voeding aan.
- De dynamo begint te trillen in je hand.
- Pak met je andere hand het wieltje van de dynamo vast.
- Draai met een snelle beweging het wieltje rechtsom.

1 Het wieltje van de dynamo gaat RECHTSOM / LINKSOM draaien.

- Zet de voeding uit.
- Wacht tot het wieltje stopt met draaien.
- Zet de voeding weer aan.
- Draai met een snelle beweging het wieltje van de dynamo linksom.

2 Het wieltje van de dynamo gaat RECHTSOM / LINKSOM draaien.

- Zet de voeding weer uit.

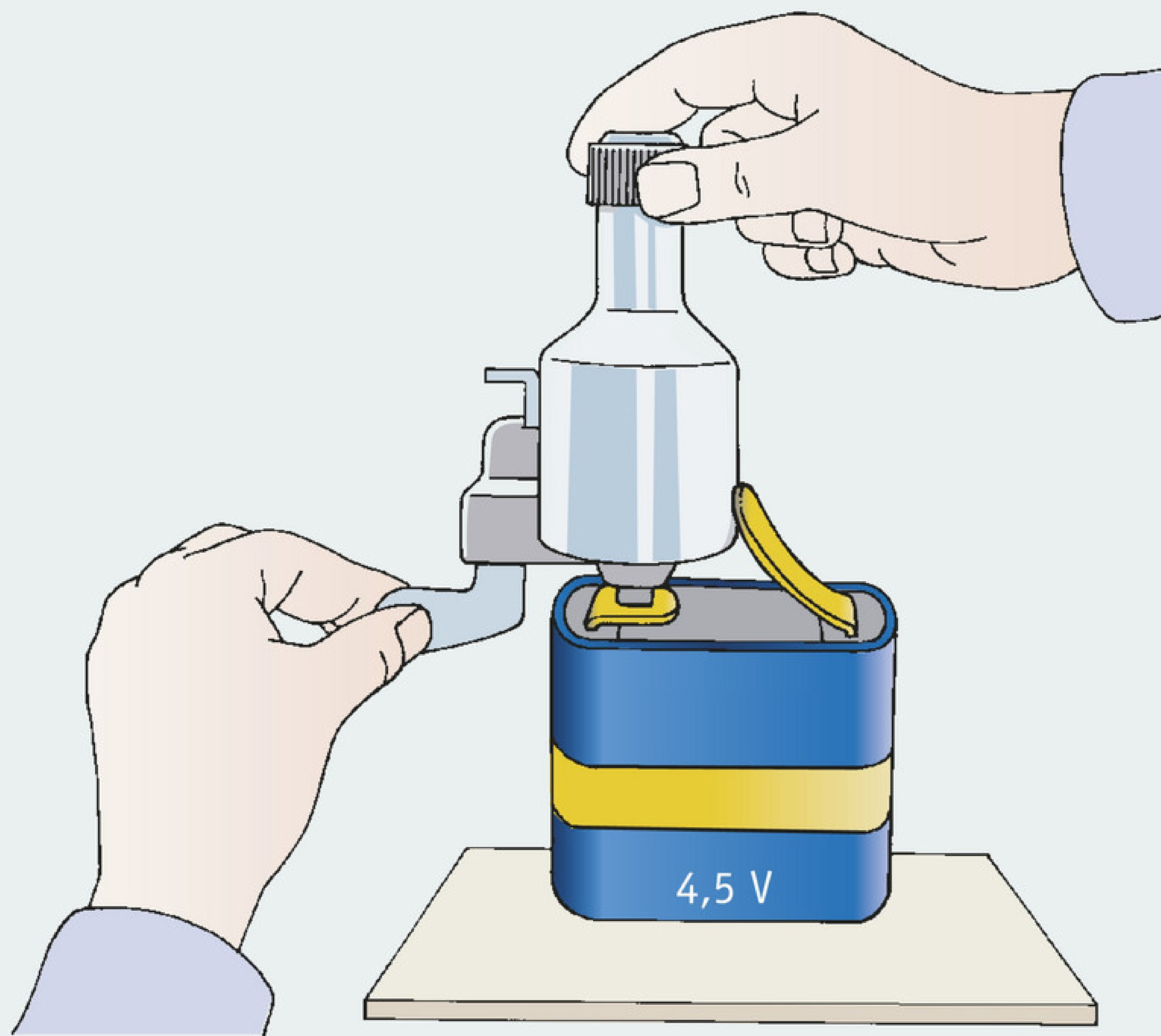
3 Een fietsdynamo is een eenvoudige elektro-motor.
Wat gebeurt er als je een eenvoudige elektro-motor aansluit op wisselspanning?
De elektro-motor gaat WEL / NIET uit zichzelf draaien.

- Houd de dynamo vast.
- Draai het wieltje rond.

4 Het wieltje draait WEL / NIET gemakkelijk rond.

- Pak de platte batterij.
- Houd de dynamo tegen de polen van de batterij, zoals in afbeelding 29.

Er loopt nu stroom door de spoel van de dynamo. Er ontstaat een magnetisch veld in de dynamo. De permanente magneet en het juk van de dynamo trekken elkaar aan.



▲ **afbeelding 29**
Zo houd je de dynamo tegen de platte batterij.

- Draai het wieltje rond.

5 Het wieltje draait WEL / NIET gemakkelijk rond.

6 Als een dynamo aangesloten wordt op gelijkspanning, draait het wieltje WEL / NIET gemakkelijk rond.

Als de dynamo kapot is, ontstaat er geen magnetisch veld. Het wieltje draait dan gemakkelijk rond. Op deze manier kun je controleren of een dynamo kapot is.

7 Je sluit een dynamo aan op een gelijkspanning.
a Wat weet je van de dynamo als het wieltje moeilijk rond te draaien is?

De dynamo ______________________________

b Wat weet je van de dynamo als het wieltje gemakkelijk ronddraait?

De dynamo ______________________________

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

36 Uit welke vier onderdelen bestaat een eenvoudige elektro-motor?

– ____________________

– ____________________

– ____________________

– ____________________

37 Schrijf twee manieren op om de draairichting van een elektro-motor om te keren.

– ____________________

____

– ____________________

____

38 Waarop wordt spanning gezet om een elektro-motor te laten draaien?

____

39 Een dynamo wordt aangesloten op een spanningsbron. Als je aan het wieltje draait, blijft het wieltje draaien.
Op welke spanning is de dynamo aangesloten?

☐ A Dat kun je niet weten.
☐ B gelijkspanning
☐ C wisselspanning

Onthouden!

De onderdelen van een dynamo en een generator zijn:
- een spoel;
- het juk (de ijzeren kern);
- een magneet die kan draaien.

Een dynamo geeft bij normale snelheid een wisselspanning van 6 V.
Een generator van een windmolen geeft bij genoeg wind een wisselspanning van 600 V.
De onderdelen van een eenvoudige elektro-motor zijn:
- een permanente magneet;
- een spoel;
- koolborstels;
- een collector.

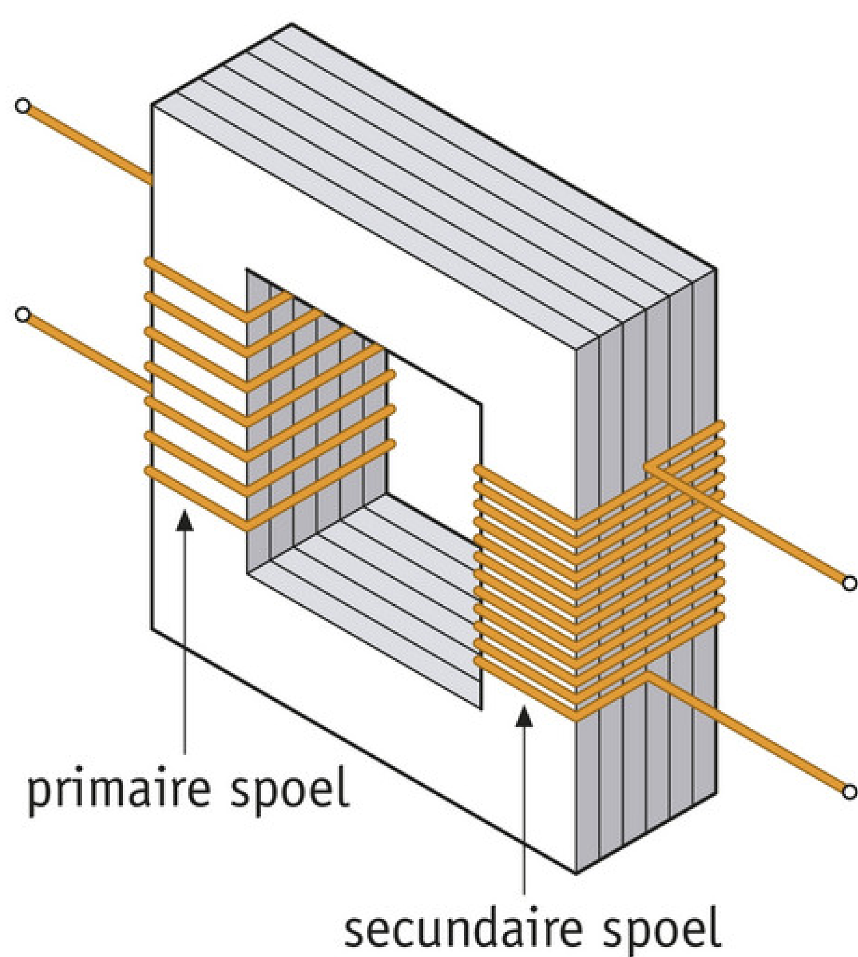
De draairichting van een elektro-motor verandert door:
- omwisselen van de plus en de min;
- omdraaien van de magneet.

6 De transformator

Op de draden van een hoogspannings-kabel staat een spanning van wel 400 000 V. Een transformator brengt die spanning omlaag naar 230 V. Dat is de spanning waarop apparaten in huis werken.

Een eenvoudige transformator

Een **transformator** verandert de spanning. Een transformator kan een hoge spanning verlagen of een lage spanning verhogen. Je zegt: een transformator kan spanning omhoog en omlaag **transformeren**. Een transformator wordt vaak een **trafo** genoemd.



▲ **afbeelding 30**
een eenvoudige transformator

Een eenvoudige transformator bestaat uit twee spoelen (afbeelding 30). De spoelen zitten om een gesloten ijzeren kern. Op één spoel sluit je de spanning aan. Die spoel noem je de **primaire spoel**. Primaire betekent 'eerste'. De spoel waar de nieuwe spanning uit komt, noem je de **secundaire spoel**. Secundaire betekent 'tweede'.

De primaire spoel van een transformator is aangesloten op een wisselspanning. In de gesloten ijzeren kern ontstaat een wisselend magnetisch veld. Hierdoor wordt in de secundaire spoel een wisselspanning opgewekt.

In afbeelding 30 zie je dat de primaire spoel minder windingen heeft dan de secundaire spoel. Op de spoel met de meeste windingen staat de hoogste spanning. De trafo in afbeelding 30 transformeert een lage spanning (weinig windingen) naar een hoge spanning (meer windingen).

De spoel met de meeste windingen heeft de hoogste spanning. Hebben beide spoelen evenveel windingen, dan is de spanning op beide spoelen even groot.

Als de primaire spoel wordt aangesloten op gelijkspanning, dan is er geen wisselend magnetisch veld. Er gaat dan geen stroom lopen in de secundaire spoel. Een transformator werkt dus niet op gelijkspanning.

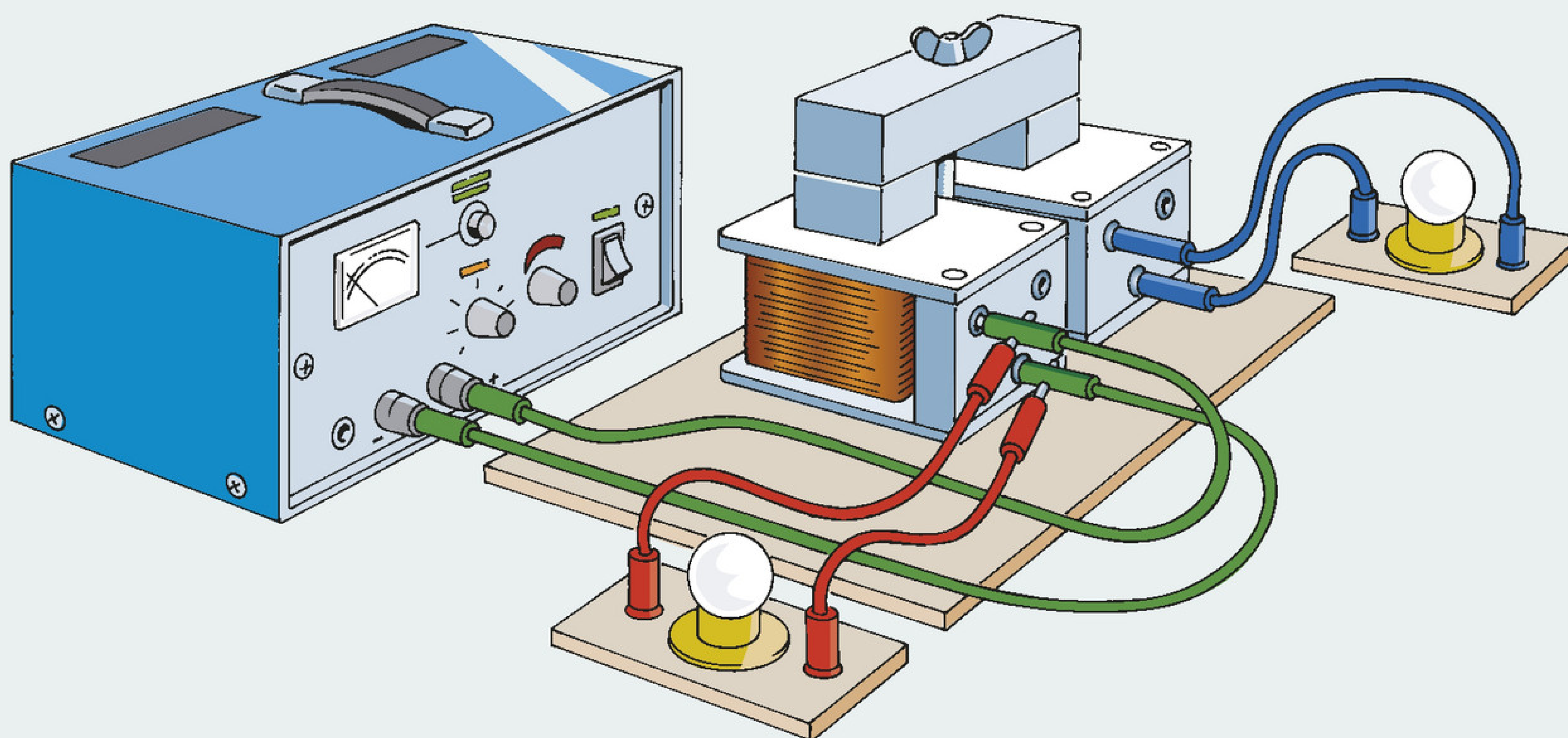
Proef 6 De transformator

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 regelbare voeding voor wissel- en gelijkspanning
- ☐ 1 U-kern
- ☐ 1 I-kern
- ☐ 1 bodemplaat
- ☐ 1 bevestigings-schroef
- ☐ 2 spoelen instelbaar op 200, 400 of 600 windingen
- ☐ 6 snoeren
- ☐ 2 lampen van 24 V, elke lamp evenveel watt
- ☐ 2 lamphouders

Uitvoering

- Zet beide spoelen om de U-kern.
- Zet de U-kern met de spoelen op de bodemplaat.
- Leg de I-kern boven op de U-kern.
- Zet met de bevestigings-schroef de transformator vast op de bodemplaat (afbeelding 31).



▲ **afbeelding 31**
de opstelling voor proef 6

De spoel die is aangesloten op de spanningsbron, is de primaire spoel.
De spoel die niet op de spanningsbron is aangesloten, is de secundaire spoel.

1 Kleur de bovenkant van de primaire spoel in afbeelding 31 rood.

2 Kleur de bovenkant van de secundaire spoel in afbeelding 31 blauw.

- Sluit de snoeren aan op de volgende manier:
  - de snoeren in de primaire spoel moeten in de bussen van 200 windingen;
  - sluit parallel op die snoeren een lamp aan;
  - de snoeren van de lamp naar de secundaire spoel moeten ook in de bussen van 200 windingen.

- Stel de voeding in op wisselspanning.
- Zet de voeding aan.
- Draai de spanning zo, dat beide lampen niet te fel branden.

3 De primaire en de secundaire spoel van een transformator hebben evenveel windingen.
Op beide spoelen is een lamp aangesloten.
Hoe branden die lampen dan?
- ☐ A Beide lampen branden niet.
- ☐ B Beide lampen branden ongeveer even fel.
- ☐ C De lamp op de primaire spoel brandt feller.
- ☐ D De lamp op de secundaire spoel brandt feller.

4 Van een transformator hebben beide spoelen evenveel windingen.
Hoe groot is dan de spanning op beide spoelen?
- ☐ A De spanning is op beide spoelen 0 V.
- ☐ B De spanning is op beide spoelen gelijk.
- ☐ C De spanning op de primaire spoel is groter.
- ☐ D De spanning op de secundaire spoel is groter.

- Draai de spanning terug naar 0 V.
- Zet de voeding uit.
- Sluit de snoeren op de secundaire spoel aan op 600 windingen.
- Zet de voeding aan.
- Draai de spanning niet te hoog. De lamp op de primaire spoel moet een beetje branden.

5 De primaire spoel heeft minder windingen dan de secundaire spoel.
Hoe branden de lampen dan?
- ☐ A Beide lampen branden niet.
- ☐ B Beide lampen branden ongeveer even fel.
- ☐ C De lamp op de primaire spoel brandt het felst.
- ☐ D De lamp op de secundaire spoel brandt het felst.

6 Van een transformator heeft de primaire spoel minder windingen dan de secundaire spoel.
Hoe groot is dan de spanning op beide spoelen?
- ☐ A De spanning is op beide spoelen 0 V.
- ☐ B De spanning is op beide spoelen gelijk.
- ☐ C De spanning op de primaire spoel is groter.
- ☐ D De spanning op de secundaire spoel is groter.

- Draai de spanning terug naar nul.
- Zet de voeding uit.
- Sluit de snoeren op de primaire spoel aan op 600 windingen.
- Sluit de snoeren op de secundaire spoel aan op 200 windingen.
- Zet de voeding aan.
- Draai de spanning omhoog. De eerste lamp moet fel branden.

7 De primaire spoel heeft meer windingen dan de secundaire spoel.
Hoe branden de lampen dan?
- ☐ A Beide lampen branden niet.
- ☐ B Beide lampen branden ongeveer even fel.
- ☐ C De lamp op de primaire spoel brandt het felst.
- ☐ D De lamp op de secundaire spoel brandt het felst.

8 Van een transformator heeft de primaire spoel minder windingen dan de secundaire spoel.
Hoe groot is dan de spanning op beide spoelen?
- ☐ A De spanning is op beide spoelen 0 V.
- ☐ B De spanning is op beide spoelen gelijk.
- ☐ C De spanning op de primaire spoel is groter.
- ☐ D De spanning op de secundaire spoel is groter.

- Schakel de voeding om naar gelijkspanning.

9 Wat gebeurt er na het omschakelen?
- ☐ A Beide lampen blijven branden.
- ☐ B Beide lampen gaan uit.
- ☐ C De lamp op de primaire spoel blijft branden, de andere lamp gaat uit.
- ☐ D De lamp op de secundaire spoel blijft branden, de andere lamp gaat uit.

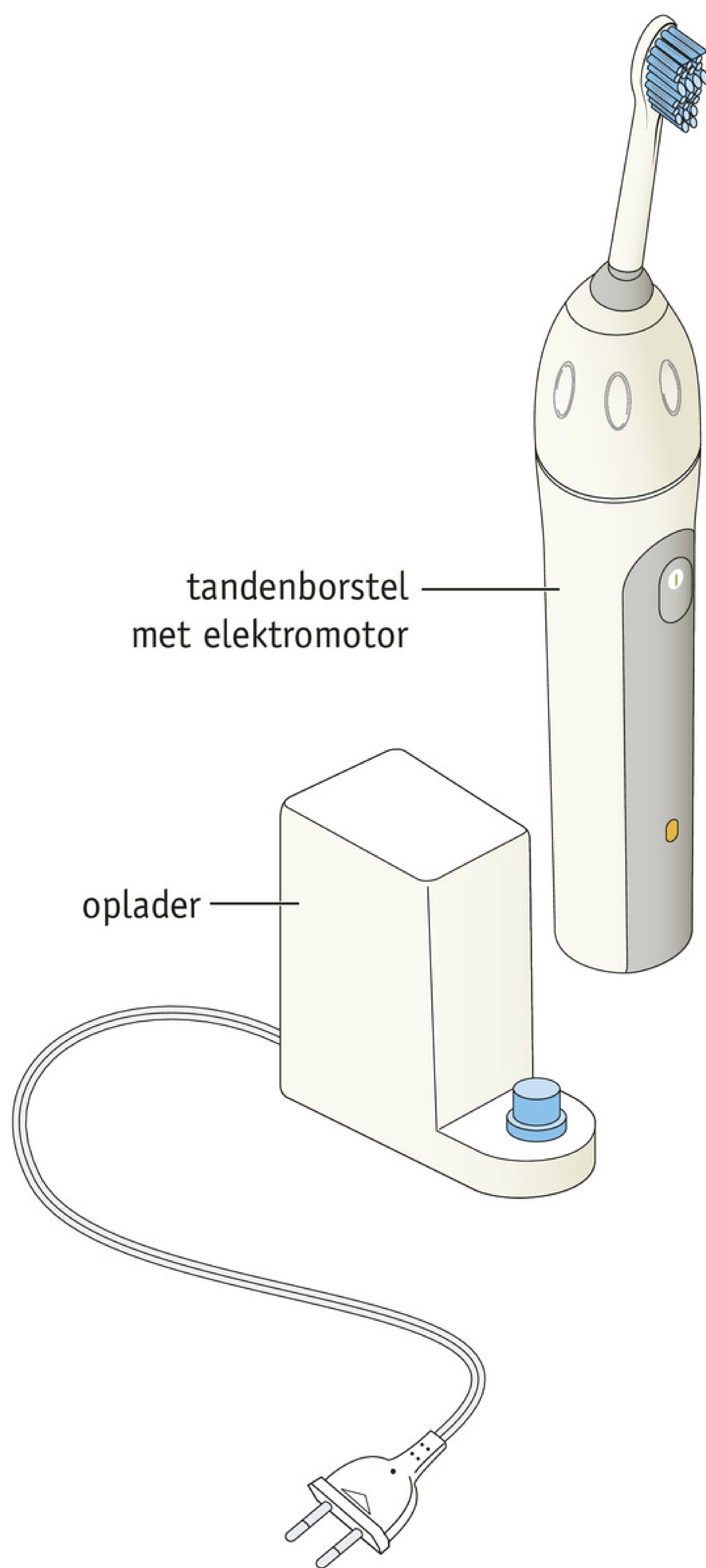
10 Een transformator werkt WEL / NIET op gelijkspanning.

- Schakel de voeding weer om naar wisselspanning.
- Beide lampen branden weer.

11 Een transformator werkt WEL / NIET op wisselspanning.

De conclusie van deze proef is:
- een trafo kan spanning omhoog en omlaag transformeren;
- een trafo kan ook worden gebruikt om de spanning gelijk te houden;
- een trafo werkt niet op gelijkspanning.

- Ruim alles netjes op.



▲ **afbeelding 32**
een elektrische tandenborstel
met een oplader

Elektrische tandenborstel

Thuis gebruik je vaak een transformator. Een voorbeeld is een elektrische tandenborstel (afbeelding 32). Veel elektrische tandenborstels hebben een oplader. In de oplader zit een transformator.

In afbeelding 33 zie je de binnenkant van de oplader. In de oplader zit de primaire spoel van de transformator. Deze spoel is met een stekker aangesloten op het stopcontact. De spanning op het stopcontact is 230 V. De spanning op de primaire spoel is dus 230 V.

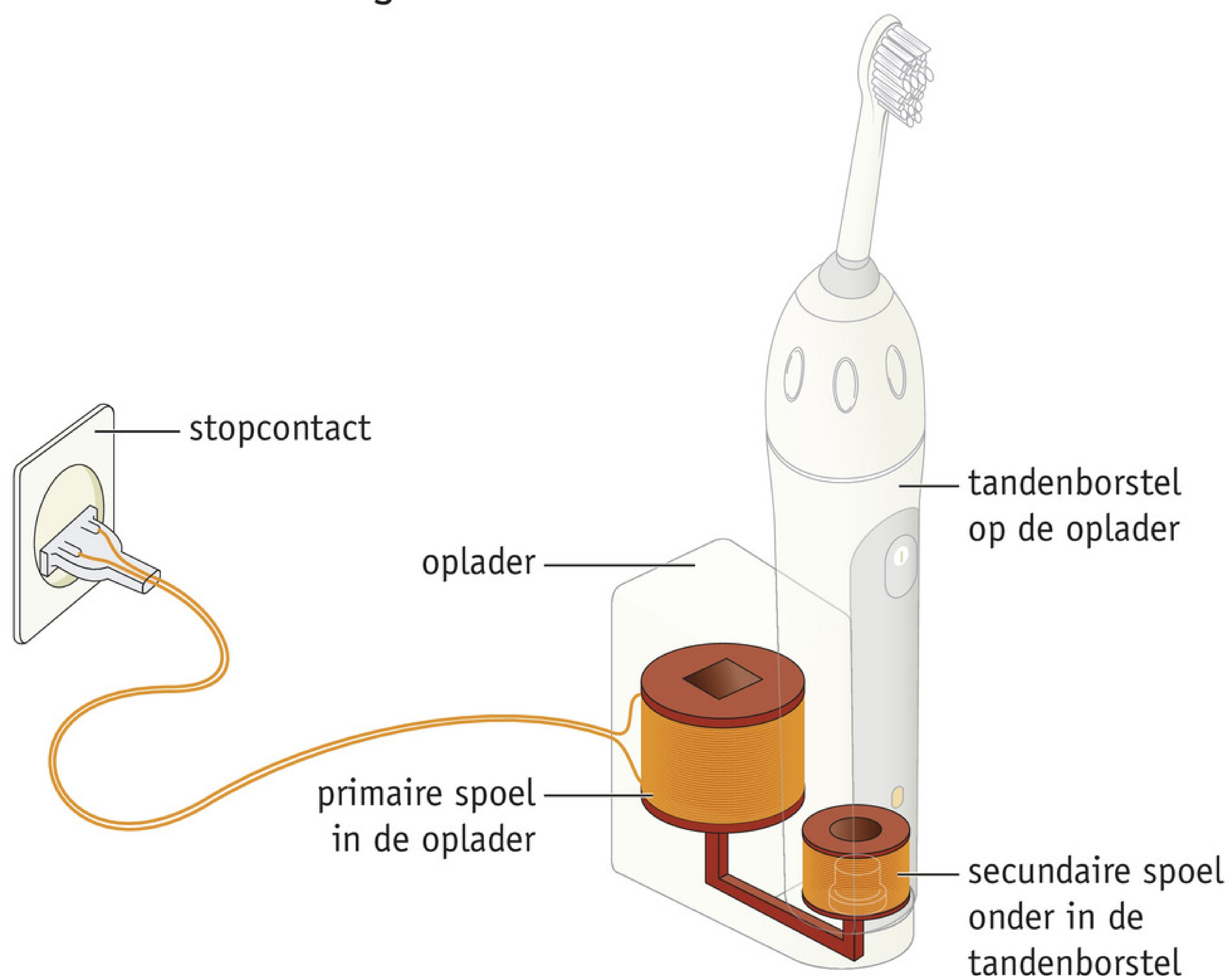
De secundaire spoel zit onder in de tandenborstel. Als je de tandenborstel op de oplader zet, plaats je de secundaire spoel op de transformator.

De secundaire spoel is gescheiden van de ijzeren kern door een laagje kunststof. Maar het magnetisch veld van de ijzeren kern gaat daar gewoon doorheen.

De primaire spoel heeft veel windingen. De spanning op de primaire spoel veroorzaakt een wisselend magnetisch veld rond de ijzeren kern. Daardoor wordt een elektrische stroom opgewekt in de secundaire spoel. De secundaire spoel heeft weinig windingen. De spanning in de secundaire spoel is daardoor lager.

De transformator zet de spanning van 230 V om naar een spanning van bijvoorbeeld 3 V. In de tandenborstel wordt de wisselspanning van 3 V nog omgezet naar een gelijkspanning van 3 V. Met die lage gelijkspanning wordt een oplaadbare batterij opgeladen.

In de tandenborstel zit een elektro-motor. De motor werkt op de gelijkspanning van 3 V van de batterij. De motor zorgt ervoor dat de borstel beweegt.



▶ **afbeelding 33**
de binnenkant van de oplader
en de tandenborstel

Opgaven

40 Welke *twee* dingen kan een transformator?
- ☐ A Een transformator kan gelijkspanning omhoog transformeren.
- ☐ B Een transformator kan gelijkspanning omlaag transformeren.
- ☐ C Een transformator kan wisselspanning omhoog transformeren.
- ☐ D Een transformator kan wisselspanning omlaag transformeren.

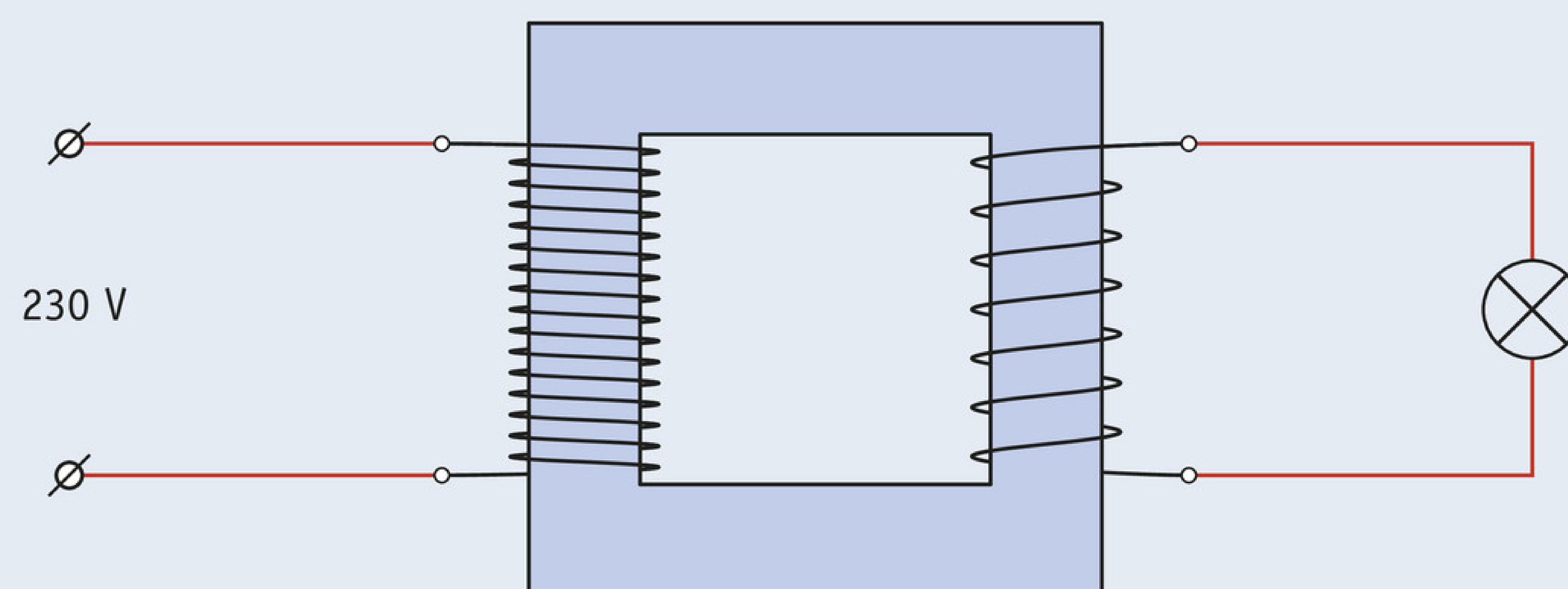
41 De transformator van een tandenborstel zit in de oplader.
Welke spoel van deze transformator heeft de meeste windingen?
- ☐ A de primaire spoel
- ☐ B de secundaire spoel
- ☐ C De spoelen hebben evenveel windingen.

42 De generator van een windmolen levert een wisselspanning van 600 V. Deze spanning wordt omhoog getransformeerd voor een hoogspannings-net van 10 000 V.

a Op welke spoel van de transformator wordt de 600 V van de windmolen aangesloten?
op de PRIMAIRE / SECUNDAIRE spoel

b Welke spoel heeft de meeste windingen?
de PRIMAIRE / SECUNDAIRE spoel

In afbeelding 34 zie je het schema van een transformator waarop een lamp is aangesloten. Op de primaire spoel staat een spanning van 230 V.
Opgave 43, 44 en 45 gaan over dit schema.



▲ **afbeelding 34**
een lamp aangesloten op een transformator

43 Welke spoel heeft de meeste windingen?
- ☐ A de primaire spoel
- ☐ B de secundaire spoel
- ☐ C De spoelen hebben evenveel windingen.

44 Op welke spoel staat de meeste spanning?

De meeste spanning staat op de ______________________ spoel.

45 Hoe groot is de spanning op de lamp?
- ☐ A lager dan 230 V
- ☐ B 230 V
- ☐ C hoger dan 230 V

+46 De elektrische trein van Max werkt op een spanning van 3, 6 en 9 V. Hoe hoger de spanning op de trein, hoe harder hij rijdt. De transformator regelt de spanning in stappen van 3, 6 en 9 V.
Welke spoel heeft de minste windingen?
- ☐ A de primaire spoel van 230 V
- ☐ B de secundaire spoel van 3 V
- ☐ C de secundaire spoel van 6 V
- ☐ D de secundaire spoel van 9 V

Onthouden!

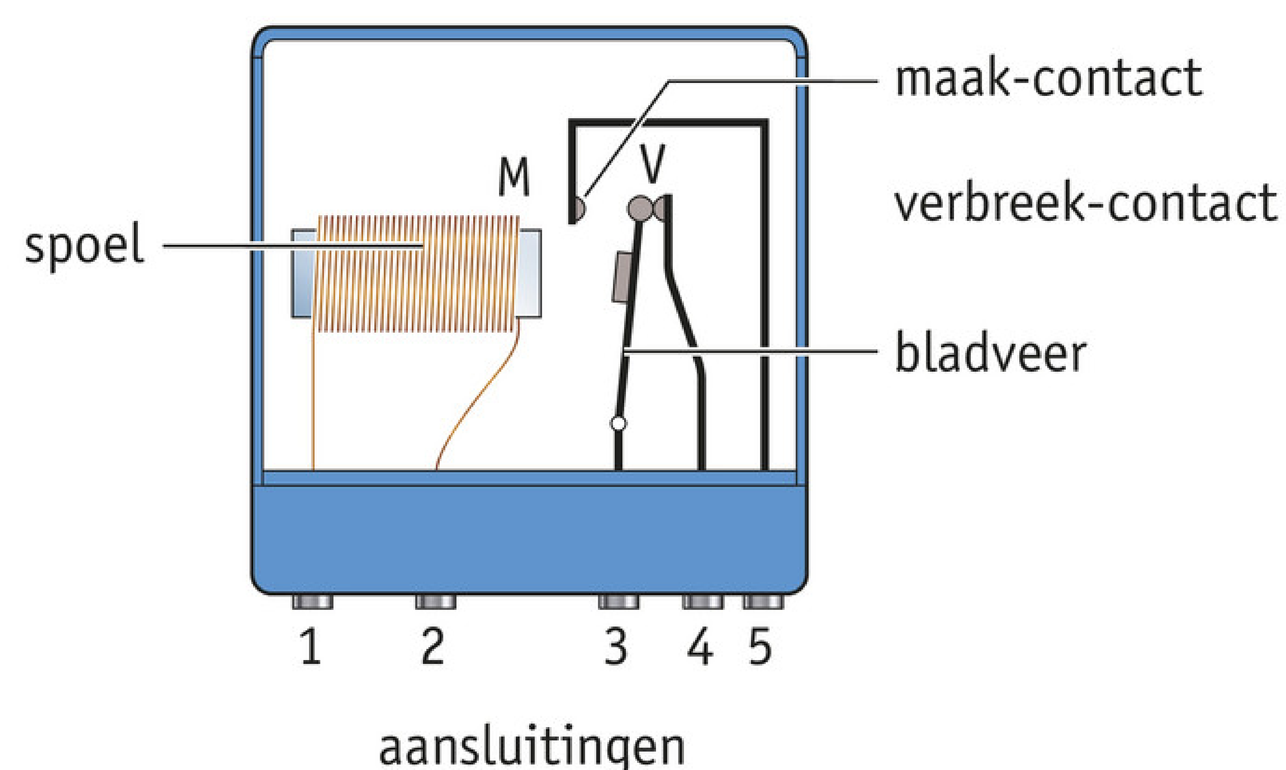
Een transformator kan spanning omhoog en omlaag transformeren.
Een transformator wordt vaak een trafo genoemd.
Een transformator heeft twee spoelen: de primaire spoel en de secundaire spoel.
Hebben beide spoelen evenveel windingen, dan is de spanning op beide spoelen even groot.
De spoel met de meeste windingen heeft de hoogste spanning.
Een magnetisch veld wordt niet tegengehouden door kunststof.
Een transformator werkt op wisselspanning en niet op gelijkspanning.

7 Magnetische schakelaars

Met een elektro-magneet kun je een schakelaar maken. Twee soorten elektro-magnetische schakelaars zijn het relais en het reed-contact.

Het relais

Een **relais** is een elektro-magnetische schakelaar. In een relais kun je contacten openen of sluiten. Daarmee kun je een stroomkring openen of sluiten. In afbeelding 35 zie je de binnenkant van een relais.



▲ **afbeelding 35**
de doorsnede van een relais

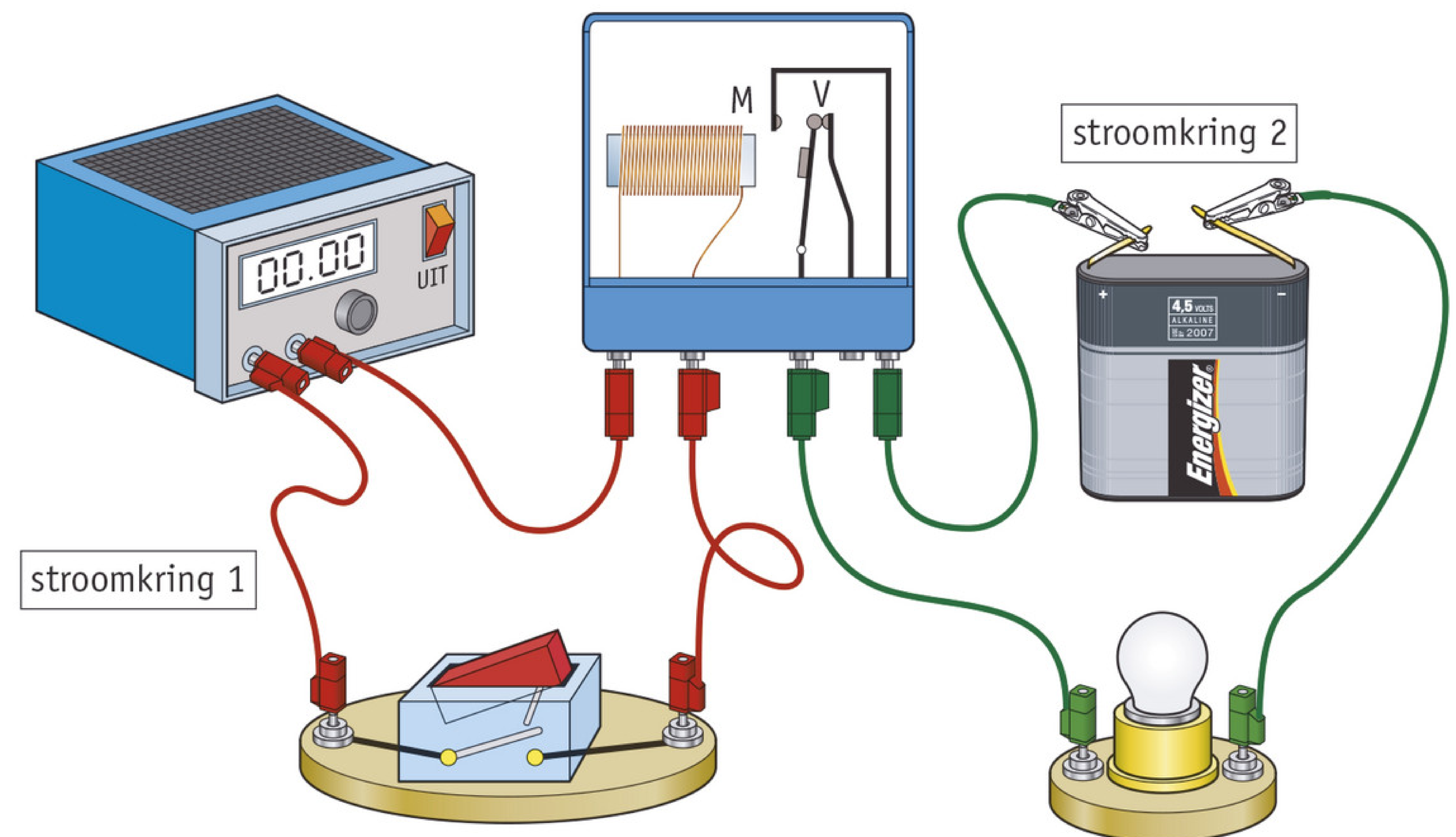
De nummers 1 en 2 zijn de aansluitpunten voor de spoel. De spoel wordt magnetisch als hij is aangesloten op een spanningsbron. Op de bladveer zit een ijzeren plaatje. Dit plaatje wordt aangetrokken door de elektro-magneet. Het **verbreek-contact** V gaat dan open. Het **maak-contact** M gaat dicht.

Op de contacten 3 en 5 kun je een apparaat aansluiten. Het apparaat heeft een gesloten stroomkring als maak-contact M dicht is. Het apparaat gaat dan aan.

Met een relais kun je een apparaat op afstand schakelen. Bijvoorbeeld de ketel van de centrale verwarming. In de huiskamer druk je op een knop van de thermostaat. Ergens anders in huis gaat dan de cv-ketel branden.

Een ander voorbeeld van een relais is de buitendeur van een flatgebouw. Die deur kun je meestal openmaken vanuit de woning. In huis druk je op een knop. Een relais schakelt de stroomkring van de buitendeur. De buitendeur gaat open. Je hoeft dus niet naar beneden om de deur open te doen.

Een relais is altijd aangesloten op twee of meer stroomkringen. Eén stroomkring levert spanning voor de spoel. De andere stroomkring is aangesloten op een apparaat. Dit zie je in afbeelding 36.



▲ **afbeelding 36**
Een relais is altijd aangesloten op twee stroomkringen.

Opgaven

47 Op welke aansluitpunten van het relais is de spoel aangesloten?
- ☐ A op de aansluitpunten 1 en 2
- ☐ B op de aansluitpunten 1 en 5
- ☐ C op de aansluitpunten 3 en 4
- ☐ D op de aansluitpunten 4 en 5

48 Welke onderdelen zijn aangesloten in stroomkring 1 van afbeelding 36?
- ☐ A de voeding, de batterij en de lamp
- ☐ B de voeding, de lamp en de schakelaar
- ☐ C de voeding, de schakelaar en de batterij
- ☐ D de voeding, de schakelaar en de spoel

49 Welke onderdelen zijn aangesloten in stroomkring 2?
- ☐ A de batterij, de lamp en de schakelaar
- ☐ B de batterij, de lamp en maak-contact M van het relais
- ☐ C de batterij, de lamp en verbreek-contact V van het relais
- ☐ D de batterij, de schakelaar en de spoel

Proef 7 Een relais als elektro-magnetische schakelaar

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 voeding geschikt voor 12 V gelijkspanning
- ☐ 1 relais van 12 V gelijkspanning
- ☐ 1 platte batterij van 4,5 V
- ☐ 1 lamp-houder
- ☐ 1 lampje van 4,5 V
- ☐ 1 schakelaar
- ☐ 6 snoeren
- ☐ 2 krokodillen-bekjes

Uitvoering

- Pak drie snoeren.
- Maak de eerste stroomkring zoals in afbeelding 36.
- Stel de voeding in op 12 V.
- Zet de voeding aan.
- Druk een paar keer op de schakelaar.

1 Wat hoor je als je op de schakelaar drukt?

☐ A Het relais maakt een brommend geluid.
☐ B Het relais maakt geen geluid.
☐ C Het relais maakt een klikkend geluid.
☐ D Het relais maakt een zoemend geluid.

Heb je antwoord C ingevuld, ga dan verder met de proef.
Heb je een ander antwoord ingevuld, controleer dan of je alles goed gedaan hebt.
Vraag zo nodig je leraar om hulp.

- Zet de voeding uit.
- Pak de andere drie snoeren.
- Sluit stroomkring 2 aan.
  De lamp mag nu niet branden.
- Zet de voeding aan.
- Druk een paar keer op de schakelaar.
  Je hoort telkens het klikken van het relais en de lamp gaat aan of uit.
- Zet de schakelaar in de stand waarbij de lamp brandt.
  In afbeelding 37 zie je de stand van de contacten in het relais.

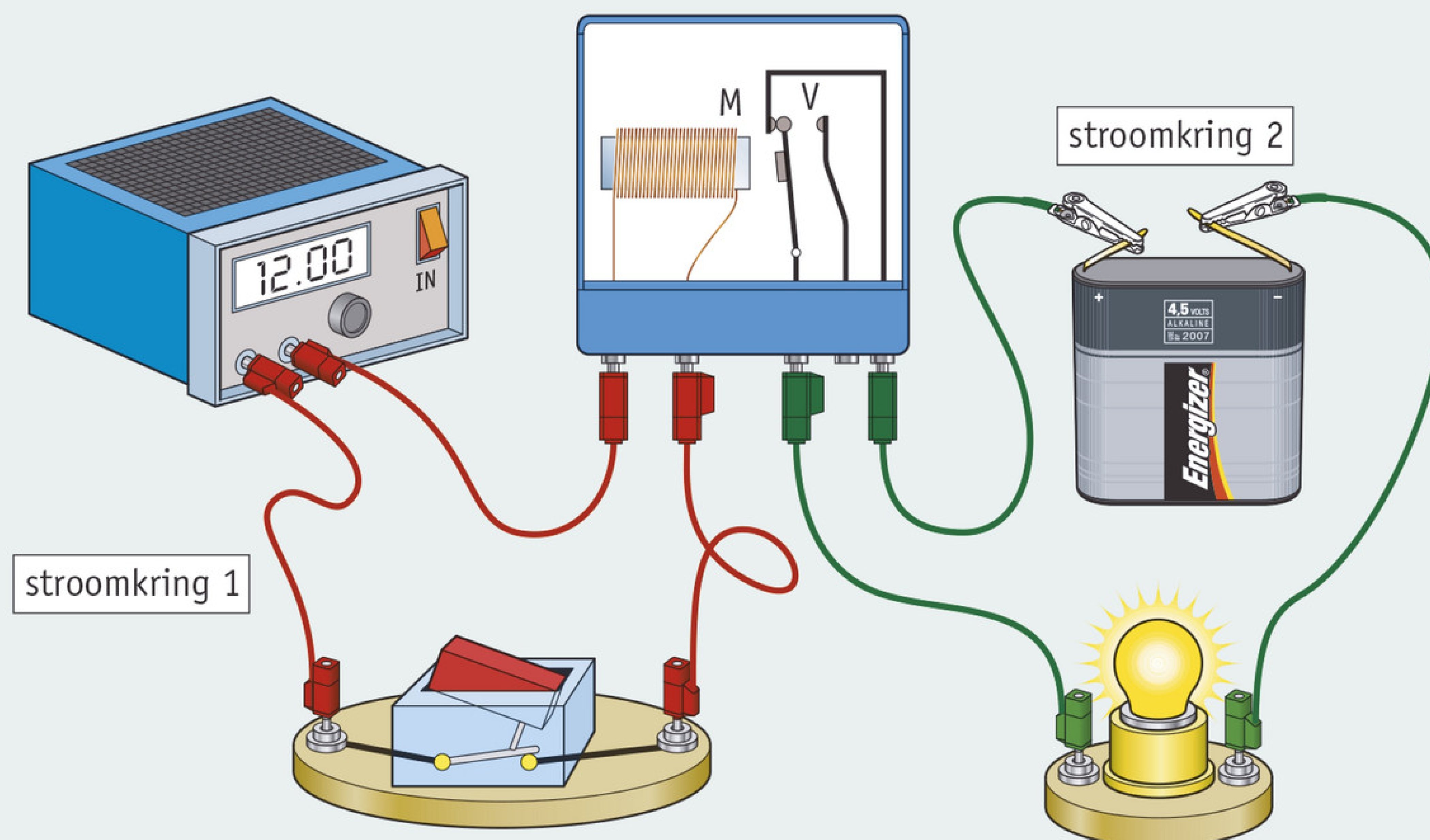
2 In afbeelding 36 is maak-contact M OPEN / GESLOTEN.

3 In afbeelding 37 is maak-contact M OPEN / GESLOTEN.

4 In afbeelding 36 zijn de contacten van de schakelaar OPEN / GESLOTEN.

5 In afbeelding 37 zijn de contacten van de schakelaar OPEN / GESLOTEN.

6 In afbeelding 36 brandt de lamp WEL / NIET.



▲ **afbeelding 37**
Het relais is ingeschakeld en de lamp brandt.

7 In afbeelding 37 brandt de lamp WEL / NIET.

- Druk op de knop van de schakelaar.

8 De lamp gaat AAN / UIT.

9 De contacten van de schakelaar zijn OPEN / GESLOTEN.

10 Op de spoel staat nu WEL / GEEN spanning.

- Trek het stekkertje uit het maak-contact van het relais.
- Steek het stekkertje in het verbreek-contact van het relais (contact 4 van afbeelding 35). De lamp moet nu gaan branden.
- Druk op de knop van de schakelaar. De contacten van de schakelaar zijn nu gesloten.

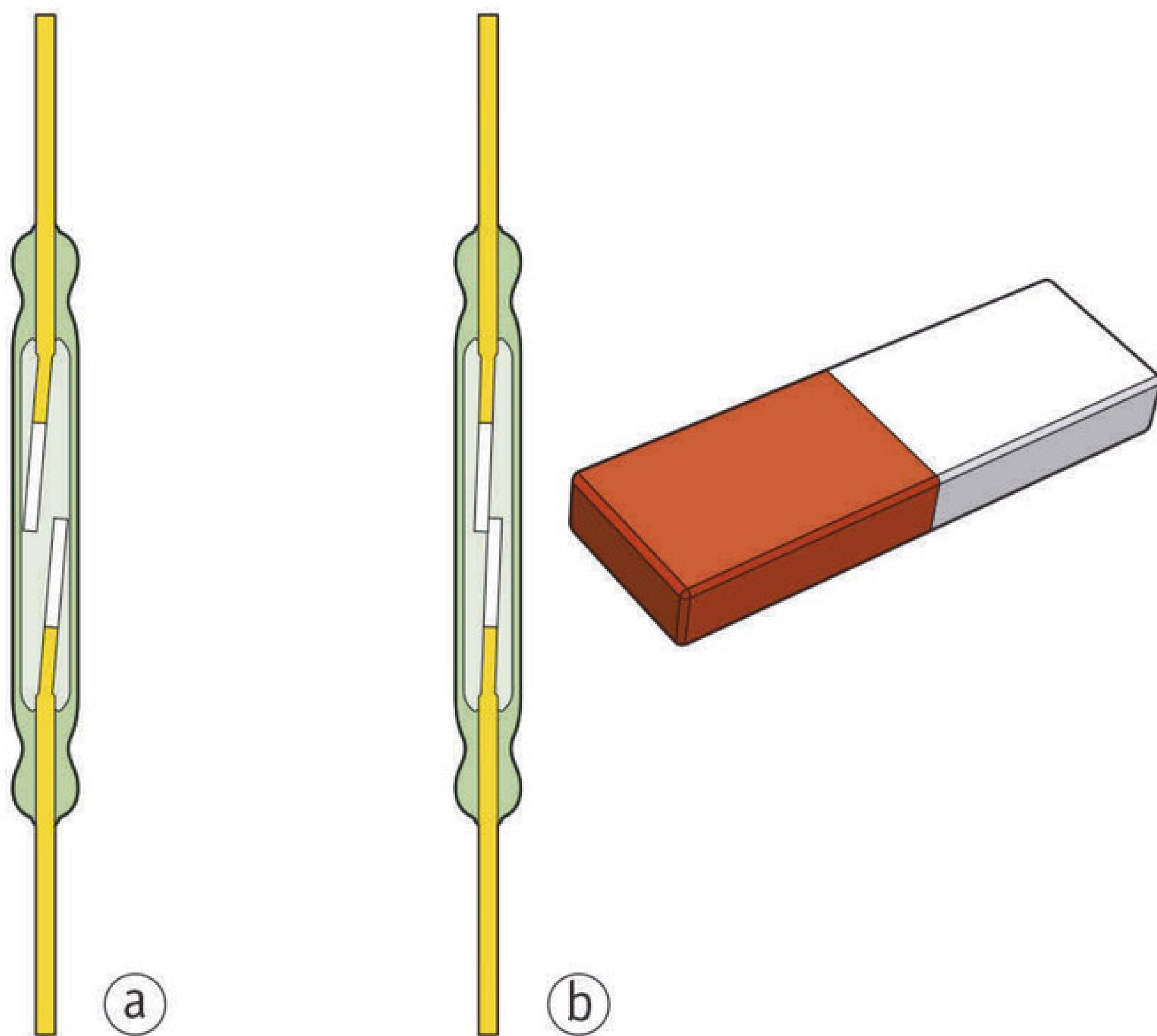
11 De lamp gaat nu AAN / UIT.

12 De spoel is aangesloten op spanning. Dan is verbreek-contact V OPEN / DICHT.

- Zet de voeding uit.
- Ruim alles netjes op.

Het reed-contact

Een andere magnetische schakelaar is het **reed-contact** (spreek uit: riet-contact). Een reed-contact is een schakelaar die je bedient met een magneet. In een normale stand is een reed-contact open (afbeelding 38a). Houd je een magneet erbij, dan gaan de contacten dicht (afbeelding 38b).



a Het reed-contact is normaal geopend.

b Het reed-contact sluit als je een magneet erbij houdt.

▲ **afbeelding 38**

De contacten van een reed-contact zijn niet magnetisch. Maar als je een magneet erbij houdt, dan worden de contacten wel magnetisch. Daardoor trekken ze elkaar aan en gaat het contact dicht. Het reed-contact is dus een **magneet-schakelaar**.

Het reed-contact kan bijvoorbeeld worden gebruikt in een laptop (afbeelding 39). In de rand van het deksel zit een magneetje. In de onderkant van de laptop zit een magnetisch contact, bijvoorbeeld een reed-contact. Doe je het deksel dicht, dan komt de magneet bij het reed-contact. Het reed-contact schakelt. De laptop krijgt een signaal dat hij uit kan gaan, of in de slaapstand.



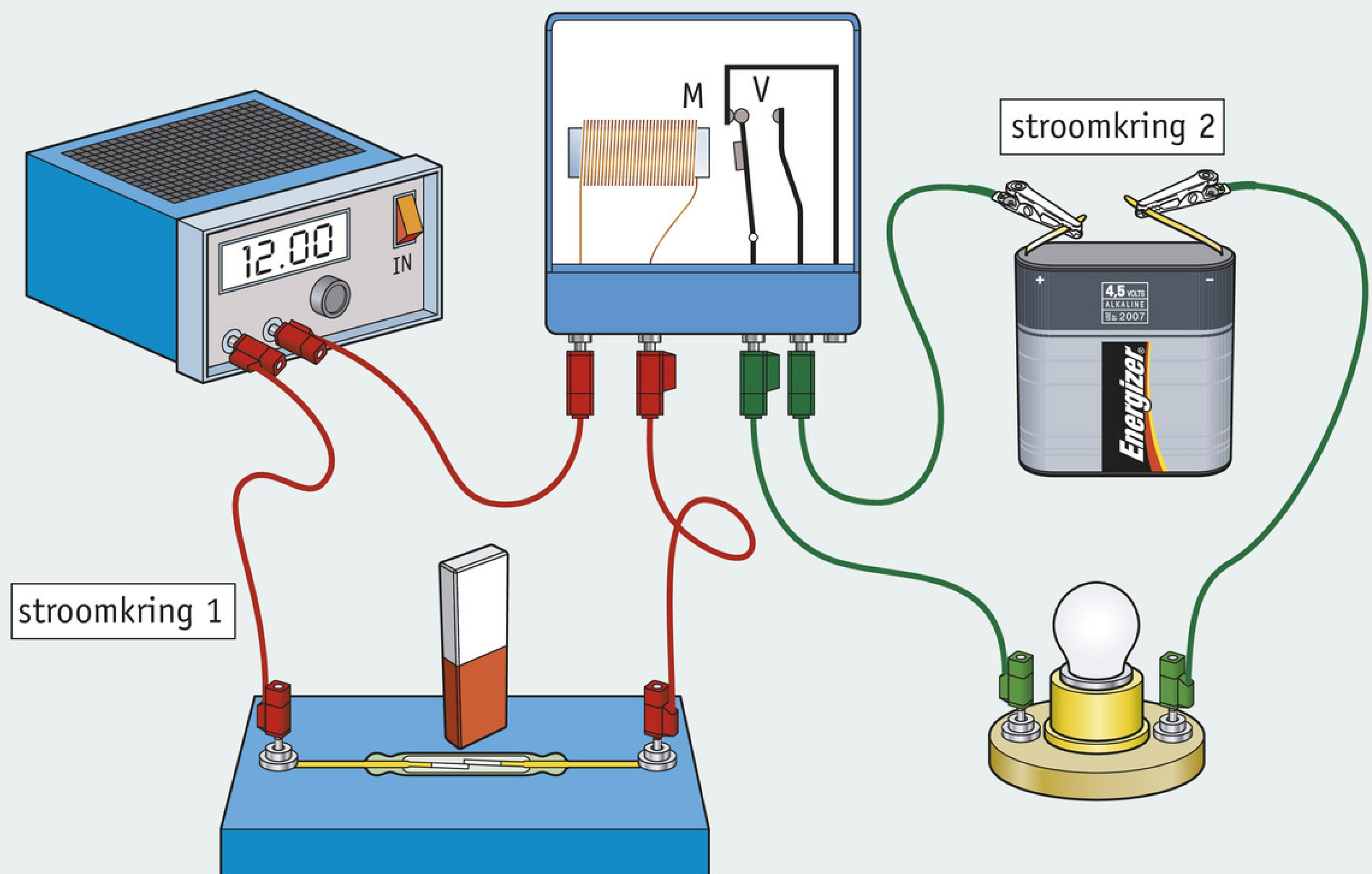
▶ **afbeelding 39**
een laptop met een reed-contact

Met een reed-contact kun je een **inbraak-beveiliging** maken. In het raam van je kamer monteer je een magneetje. In het raamkozijn zet je een reed-contact. Is het raam dicht, dan is het reed-contact gesloten. Maakt een inbreker het raam open, dan gaat het reed-contact ook open. Met een stroomkring en een relais kun je ervoor zorgen dat een alarm afgaat.

Proef 8 Inbraak-beveiliging met relais en reed-contact

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 voeding geschikt voor 12 V gelijkspanning
- ☐ 1 relais van 12 V gelijkspanning
- ☐ 1 platte batterij van 4,5 V
- ☐ 1 lamphouder
- ☐ 1 lampje van 4,5 V
- ☐ 1 reed-contact
- ☐ 1 magneet
- ☐ 6 snoeren
- ☐ 2 krokodillen-bekjes



▲ **afbeelding 40**
een inbraak-beveiliging met een reed-contact en een relais

Uitvoering

- Pak het reed-contact en kijk door het glas naar de contactpunten.

1 De contactpunten van het reed-contact zijn OPEN / DICHT.

- Pak de magneet en houd hem vlak bij het reed-contact.

2 De contactpunten van het reed-contact gaan OPEN / DICHT.

- Draai de magneet om.
- Houd de magneet weer vlak bij het reed-contact.

3 De contactpunten van het reed-contact gaan OPEN / DICHT.

4 Maakt het uit welke pool van de magneet je bij het reed-contact houdt?
- ☐ A Ja, het reed-contact schakelt alleen als je de noordpool erbij houdt.
- ☐ B Ja, het reed-contact schakelt alleen als je de zuidpool erbij houdt.
- ☐ C Nee, het reed-contact schakelt bij de noordpool en bij de zuidpool.

- Maak stroomkring 1 zoals in afbeelding 40.
- Stel de voeding in op 12 V.
- Zet de voeding aan.

- Houd de magneet bij het reed-contact.

5 Je hoort het relais WEL / NIET inschakelen.

- Haal de magneet weg bij het reed-contact.

6 Het relais schakelt nu IN / UIT.

- Zet de voeding uit.
- Pak de drie andere snoeren.
- Sluit stroomkring 2 aan (gebruik het verbreek-contact van het relais).
  De lamp moet branden.
- Zet de voeding aan.
  De lamp blijft branden, omdat het reed-contact openstaat.
  Als alarm-beveiliging: het raam staat open.
- Leg de magneet voorzichtig met één pool op het reed-contact.

7 Welke twee dingen gebeuren er?
☐ A Het relais schakelt in en de lamp gaat branden.
☐ B Het relais schakelt in en de lamp gaat uit.
☐ C Het relais schakelt uit en de lamp gaat branden.
☐ D Het relais schakelt uit en de lamp gaat uit.

- Haal de magneet weg.

8 Welke twee dingen gebeuren er nu?
☐ A Het relais schakelt in en de lamp gaat branden.
☐ B Het relais schakelt in en de lamp gaat uit.
☐ C Het relais schakelt uit en de lamp gaat branden.
☐ D Het relais schakelt uit en de lamp gaat uit.

- Leg de magneet weer voorzichtig terug op het reed-contact.
  Het raam is dicht en het alarm (de lamp) is uit.
- Stel dat een inbreker slim wil zijn. Hij schakelt eerst de stroom uit voordat hij het raam openbreekt.
  Zet de voeding uit om te weten wat er dan gebeurt.

9 Het alarm (de lamp) werkt dan WEL / NIET.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

50 Je hebt thuis een inbraak-beveiliging gemaakt zoals in proef 8.
Wat gebeurt er als het reed-contact opengaat door een defect?

____

____

51 Lucas heeft zijn kamer op deze manier beveiligd. Lucas heeft één deur naar zijn kamer en twee ramen. Lucas wil dat het alarm afgaat als de deur wordt geopend of als een van de ramen wordt geopend.
Hoeveel reed-contacten heeft Lucas nodig?
- ☐ A één
- ☐ B twee
- ☐ C drie
- ☐ D vier

52 Hoeveel stroomkringen heeft een schakeling met een relais?
- ☐ A Een relais-schakeling heeft altijd één stroomkring.
- ☐ B Een relais-schakeling heeft altijd meer dan één stroomkring.

53 Vul in de tabel de juiste woorden in.
Kies uit: *maak-contact – magneet – reed-contact – relais – spoel – verbreek-contact*.

de windingen van geïsoleerd koperdraad rond een ijzeren kern	
een elektro-magnetische schakelaar	
een schakelaar die werkt als er een magneet bij komt	
het gesloten contact van een relais	
het open contact van een relais	
hierdoor schakelt een reed-contact in	

+54 De spoel van een relais is aangesloten op een spanning van 6 V. De spanning wordt geleverd door een transformator. De transformator is aangesloten op het stopcontact.
Wat weet je dan over de aansluiting van het relais op de transformator?
- ☐ A Het relais is aangesloten op de primaire spoel en werkt op gelijkspanning.
- ☐ B Het relais is aangesloten op de primaire spoel en werkt op wisselspanning.
- ☐ C Het relais is aangesloten op de secundaire spoel en werkt op gelijkspanning.
- ☐ D Het relais is aangesloten op de secundaire spoel en werkt op wisselspanning.

Onthouden!

Een relais is een elektro-magnetische schakelaar.
Een relais kan contacten maken en verbreken.
Een relais is altijd aangesloten op minstens twee stroomkringen.
Een reed-contact is een magneet-schakelaar.
Een reed-contact schakelt als je een magneet erbij houdt.
Met een reed-contact of een relais kun je een inbraak-beveiliging maken.

8 Test Jezelf

Waar / niet waar-vragen

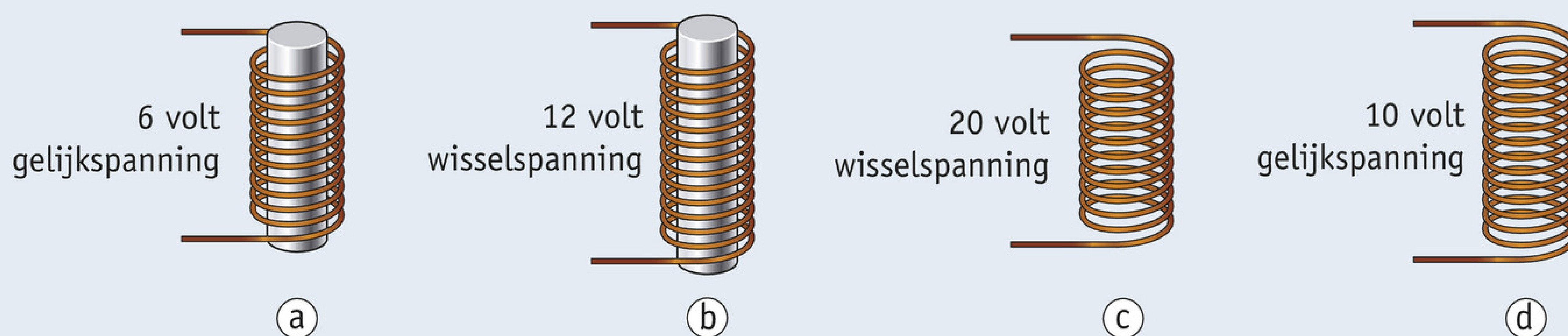
	waar	niet waar
1 Een magneet die altijd magnetisch blijft, is een permanente magneet.		
2 De zuidpolen van twee magneten trekken elkaar aan.		
3 Wisselspanning zorgt voor een wisselend magnetisch veld in een spoel.		
4 Rond een koperdraad waar elektrische stroom doorheen loopt, is een magnetisch veld.		
5 Een magneet die stil ligt in een spoel, wekt gelijkspanning op.		
6 De noordpool van een elektro-magneet trekt de zuidpool van een permanente magneet aan.		
7 De magneet in een luidspreker is een elektro-magneet.		
8 Rondom een magneet zijn magnetische krachtlijnen.		
9 Een transformator werkt op gelijkspanning en op wisselspanning.		
10 De kern van een transformator is gemaakt van een permanente magneet.		
11 Een transformator kan spanningen omhoog en omlaag transformeren.		
12 Een ijzeren kern in een spoel versterkt het magnetisch veld van die spoel.		
13 De twee breukvlakken van een doorgebroken magneet stoten elkaar af.		
14 Een fietsdynamo aangesloten op gelijkspanning werkt als motor.		
15 Een deurbel die is gemaakt voor gelijkspanning, werkt ook op wisselspanning.		
16 Een deurbel die is gemaakt voor wisselspanning, werkt ook op gelijkspanning.		
17 Een reed-contact is een elektro-magnetische schakelaar.		
18 Staat er spanning op de spoel van een relais, dan is het verbreek-contact gesloten.		
19 Een open reed-contact sluit als een magneet bij het reed-contact komt.		
20 Met een relais en een reed-contact kan een inbraak-beveiliging worden gemaakt.		

Meerkeuze-vragen

1 Welke metalen voorwerpen worden door een magneet aangetrokken?
- ☐ A koperen pot, stalen fiets, ijzeren schroef en loden kogel
- ☐ B loden pijp, gouden munt, stalen schroef en zilveren pen
- ☐ C stalen staaf, nikkelen munt, ijzeren buis en nikkelen vork
- ☐ D stalen plaat, zinken dakgoot, koperen kraan en aluminium buis

2 Wat voel je als je de noordpolen van twee staafmagneten tegen elkaar drukt?
- ☐ A Je voelt dat de magneten elkaar aantrekken.
- ☐ B Je voelt dat de magneten elkaar afstoten.
- ☐ C Je voelt dat de magneten helemaal geen krachten op elkaar uitoefenen.
- ☐ D Je voelt dat de magneten trillen.

3 Elise heeft vier elektro-magneten gemaakt. Alle vier de spoelen zijn gemaakt van dezelfde geïsoleerde koperdraad. In twee spoelen zit een ijzeren kern, in de andere twee spoelen zit geen kern.
Elise sluit de spoelen aan op vier verschillende spanningen (afbeelding 41).



▲ **afbeelding 41**
de vier spoelen van Elise

Welke spoel is de sterkste elektro-magneet?
- ☐ A spoel a
- ☐ B spoel b
- ☐ C spoel c
- ☐ D spoel d

4 Een spoel wordt aangesloten op een wisselspanning van 50 V. De wisselspanning heeft een frequentie van 25 Hz.
Hoeveel keer wisselt het magnetisch veld in de spoel per seconde?
- ☐ A 2 keer
- ☐ B 25 keer
- ☐ C 50 keer
- ☐ D 1250 keer

5 Een transformator heeft een primaire spoel met veel windingen en een secundaire spoel met weinig windingen. De primaire spoel wordt aangesloten op een wisselspanning.
Hoe groot is dan de spanning op de secundaire spoel?
- ☐ A even groot als de spanning op de primaire spoel
- ☐ B groter dan de spanning op de primaire spoel
- ☐ C kleiner dan de spanning op de primaire spoel
- ☐ D Om dat te weten moet je een spanningsmeter gebruiken.

6 Natasja fietst in het donker. De lampen voor en achter op haar fiets branden allebei.
Beide lampen werken op de elektriciteit van een dynamo.
Wat gebeurt er met het licht op de fiets als Natasja stilstaat?

- ☐ A Als Natasja stilstaat, zal haar voorlicht blijven branden, maar haar achterlicht niet.
- ☐ B Als Natasja stilstaat, zullen haar voorlicht en achterlicht blijven branden.
- ☐ C Als Natasja stilstaat, zullen haar voorlicht en achterlicht niet meer branden.
- ☐ D Als Natasja stilstaat, zal haar voorlicht uitgaan en haar achterlicht blijven branden.

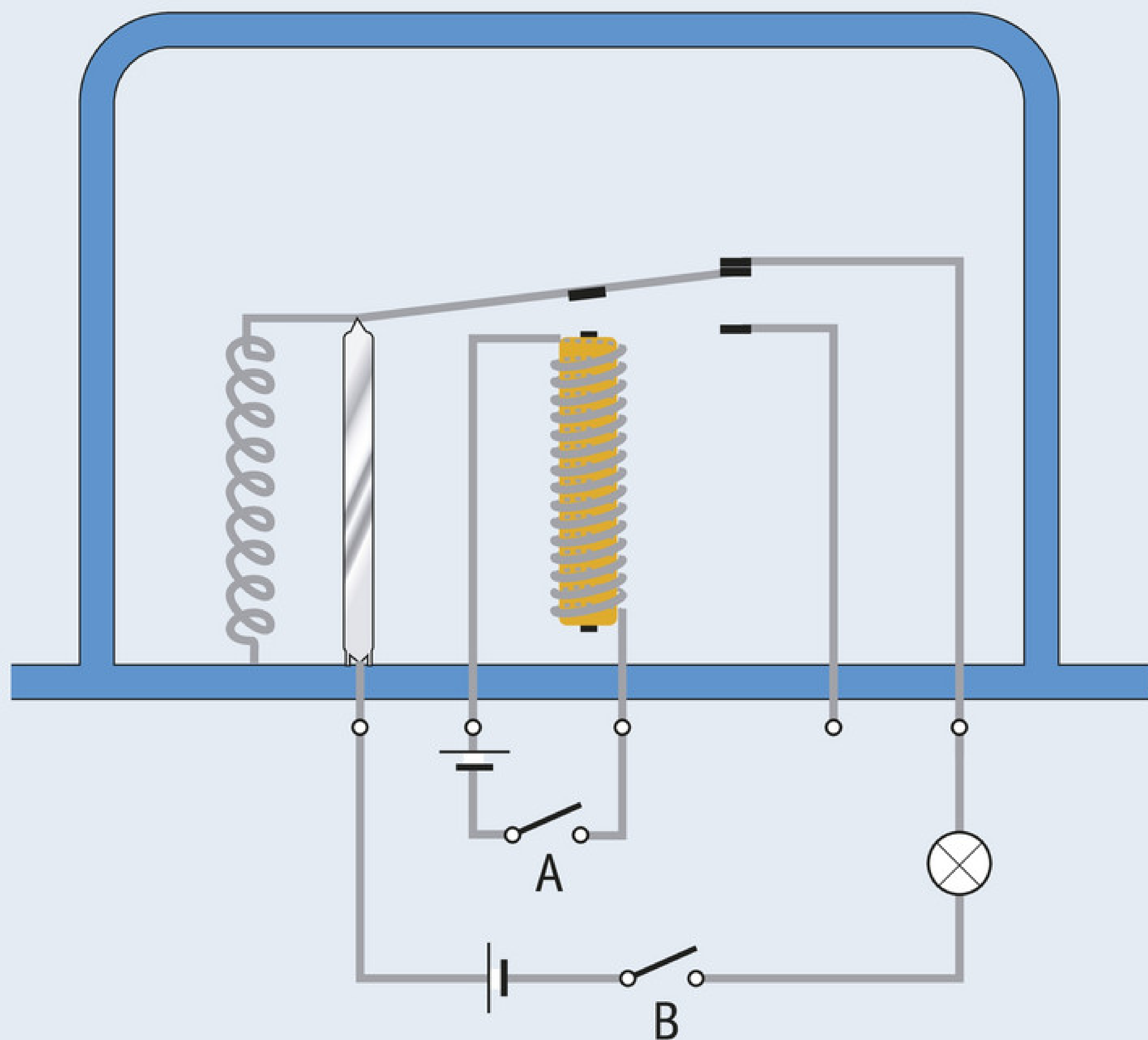
7 Wanneer ontstaat een wisselend magnetisch veld rond een koperdraad?

- ☐ A als de stroom een gelijkstroom is
- ☐ B als de stroom een wisselstroom is
- ☐ C als de stroom uit een batterij komt
- ☐ D als de stroom wissel- of gelijkstroom is, dat maakt niet uit

8 Erik heeft een dynamo die 6 V levert. Erik heeft een spanning nodig van 12 V.
Welke transformator kan Erik hiervoor gebruiken?

- ☐ A Een transformator waarvan de primaire spoel evenveel windingen heeft als de secundaire spoel.
- ☐ B Een transformator waarvan de primaire spoel 2× zo veel windingen heeft als de secundaire spoel.
- ☐ C Een transformator waarvan de secundaire spoel 2× zo veel windingen heeft als de primaire spoel.
- ☐ D Een transformator waarvan de secundaire spoel 6× zo veel windingen heeft als de primaire spoel.

9 In afbeelding 42 zie je een lamp die is aangesloten op een relais.



▲ **afbeelding 42**
een lamp aangesloten op een relais

Wat moet je doen om van deze schakeling een alarm-installatie te maken?

- ☐ A schakelaar A vervangen door een reed-contact en schakelaar B sluiten
- ☐ B schakelaar A vervangen door een reed-contact en schakelaar B niet sluiten
- ☐ C schakelaar B vervangen door een reed-contact en schakelaar A sluiten
- ☐ D schakelaar B vervangen door een reed-contact en schakelaar A niet sluiten

10 Een halogeenlamp moet worden aangesloten op een wisselspanning van 12 V.
De spanning in huis is 230 V.
Welk apparaat gebruik je om de halogeenlamp de juiste spanning te geven?
- ☐ A een batterij
- ☐ B een dynamo
- ☐ C een relais
- ☐ D een transformator

Open vragen

1 Stan heeft een aantal magneten. Van één magneet is de rode kant de noordpool en de witte kant de zuidpool. Alle andere magneten hebben maar één kleur. Stan weet niet aan welke kant van deze magneten de noordpool of de zuidpool zit.
Wat moet Stan doen om de noordpool en de zuidpool van de magneten te bepalen?

____

____

____

____

____

____

2 Urmila fietst in het donker. Een dynamo levert de spanning op de lampjes. Urmila fietst met een normale snelheid.

a Hoe groot is de spanning op de lampjes?

____

b Urmila gaat langzamer fietsen.
Wat gebeurt er met de spanning op de lampjes?

____

c Het wieltje van de dynamo draait 40 keer per seconde rond.
Wat is dan de frequentie van de wisselspanning uit de dynamo?

____

3 Ivonne heeft een lamp die op 12 V brandt. Ze gebruikt een transformator. Zij maakt de transformator open. Zij ziet een spoel met veel windingen en een spoel met weinig windingen. De spoel met veel windingen sluit ze aan op 230 V. Op de spoel met weinig windingen sluit ze de lamp aan.

a Wat is de naam van de spoel waarop ze 230 V aansluit?

____

b Wat is de naam van de spoel waarop ze de lamp aansluit?

____

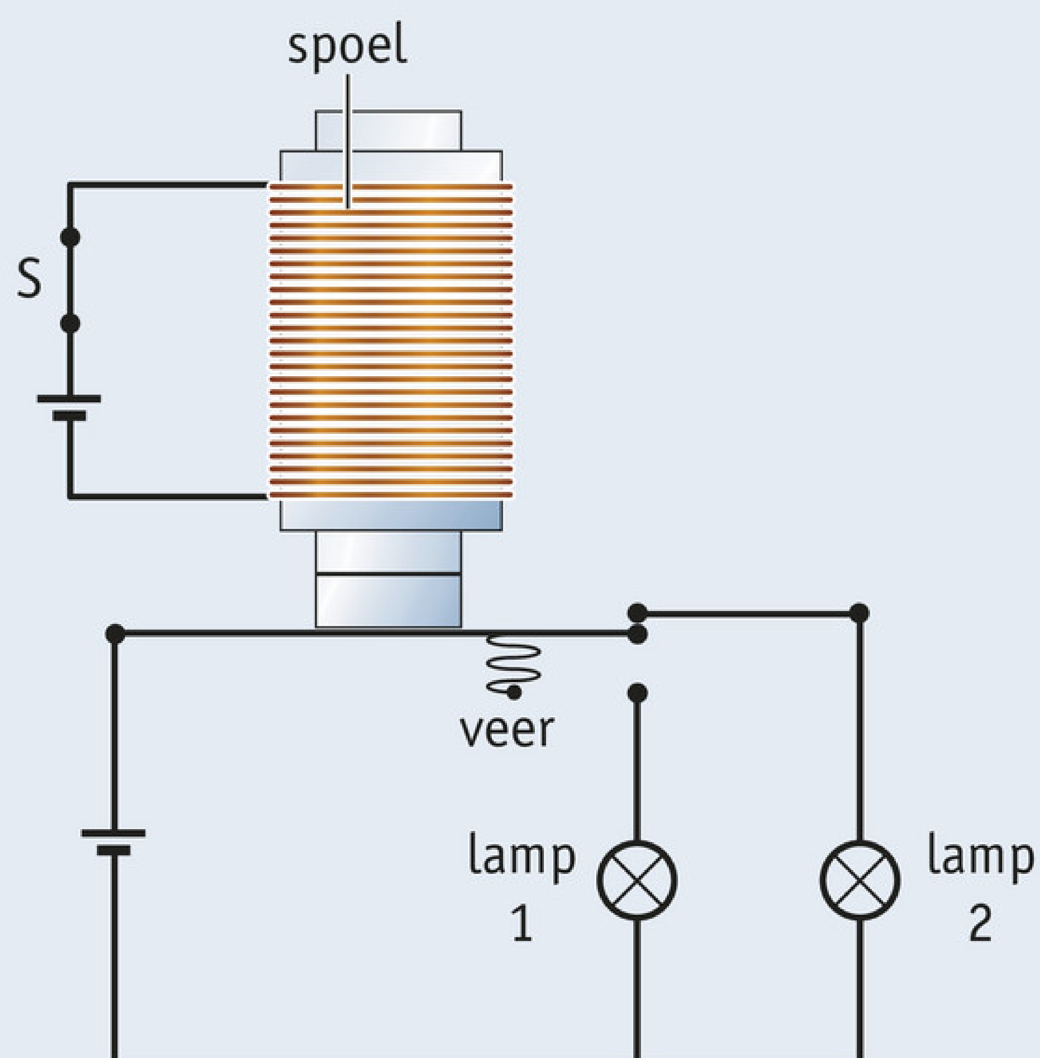
c Waarom heeft één spoel van een transformator altijd minder windingen dan de andere spoel?

____

____

____

4 Twee lampen zijn aangesloten op een relais (afbeelding 43). De spoel van het relais krijgt spanning als schakelaar S gesloten is.



▲ **afbeelding 43**
twee lampen aangesloten op een relais

a Welke lamp brandt als schakelaar S gesloten is?

____

b Wat gebeurt er als schakelaar S opengaat?

____

____

____

c Kunnen lamp 1 en 2 gelijktijdig branden? Verklaar je antwoord.

____

____

5 Je maakt een spoel van geïsoleerd koperdraad. Je sluit de spoel aan op 6 V wisselspanning. De elektro-magneet is niet sterk genoeg.
Noem twee manieren om de elektro-magneet sterker te maken.

____

____

____

____

____


Water for life

8 Geluid

Inhoud

Startvraag

Bij allerlei beroepen heb je te maken met geluid.
Schrijf vier beroepen op waarbij je met geluid te maken hebt.

____

____

____

____

____

1 Geluid is overal

Geluid is overal. Iedereen luistert wel eens naar muziek. In het verkeer hoor je auto's. Buiten hoor je vaak vogels.

Geluidsbron

Geluid wordt gemaakt door een **geluidsbron**. Sommige geluidsbronnen zijn gemaakt door mensen. Bijvoorbeeld een telefoon, een luidspreker en een auto. Andere geluidsbronnen komen voor in de natuur. Bijvoorbeeld een vogel, de donder en de golven van de zee.

Alle geluiden ontstaan door **trillingen**. Die trillingen hoor je als geluid. Geluidsbronnen maken trillingen op verschillende manieren:
- Als je praat of zingt, trillen je **stembanden**.
- In een luidspreker trilt de **conus** (afbeelding 1).
- Bij een gitaar trillen de **snaren**.



▲ **afbeelding 1**
de conus van een luidspreker

Verschillende muziek-instrumenten maken trillingen op verschillende manieren. Als je gitaar speelt, trillen de snaren. Als je op een trommel slaat, trilt het trommelvel. Sommige muziekinstrumenten hebben een **klankkast**. Een klankkast versterkt het geluid (afbeelding 2 en 3).



klankkast



▲ **afbeelding 2**
Bij een gitaar trillen de snaren.

▲ **afbeelding 3**
Bij een trommel trilt het trommelvel.

Opgaven

1 Waar komt geluid vandaan?
- ☐ A alleen van een muziek-instrument
- ☐ B alleen van een stem
- ☐ C alleen van een luidspreker
- ☐ D alleen van een geluidsbron

2 Waardoor ontstaat geluid?
- ☐ A alleen door trillingen
- ☐ B alleen door je stembanden
- ☐ C alleen door luidsprekers
- ☐ D alleen door het trommelvlies in je oor

3 Schrijf in tabel 1 wat er trilt bij de geluidsbron. Eén antwoord is voorgedaan.

▼ **tabel 1** Bij verschillende geluidsbronnen trillen verschillende dingen.

geluidsbron	Wat trilt bij de geluidsbron?
een lerares die iets uitlegt	stembanden
blokfluit	
gitaar	
mp3-speler	
radio	
scooter	
stemvork	
televisie	
zanger	

4 Waarvoor dient de klankkast van een viool?
- ☐ A om het geluid mooier te maken
- ☐ B om het geluid te versterken
- ☐ C om het instrument beter te kunnen vastpakken
- ☐ D om het instrument mooier te maken

5 Schrijf drie muziek-instrumenten op die een klankkast hebben.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

Proef 1 Trillingen

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 luidspreker
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 4 krokodillen-bekjes
- ☐ 1 batterij van 4,5 V
- ☐ 1 voeding



▲ **afbeelding 4**
de opstelling voor proef 1

Uitvoering

- Sluit de luidspreker aan op de batterij (afbeelding 4).
- Kijk naar de conus van de luidspreker.
- Maak één krokodillen-bekje op de luidspreker los. Blijf naar de conus van de luidspreker kijken.
- Maak het krokodillen-bekje drie keer los en weer vast aan de luidspreker.
- Maak het krokodillen-bekje op de batterij los.

1 Wat gebeurt er met de conus?
- ☐ A De conus beweegt elke keer als je het krokodillen-bekje los of vast maakt.
- ☐ B De conus beweegt niet als je het krokodillen-bekje los of vast maakt.
- ☐ C De conus trilt als je het krokodillen-bekje los of vast maakt.

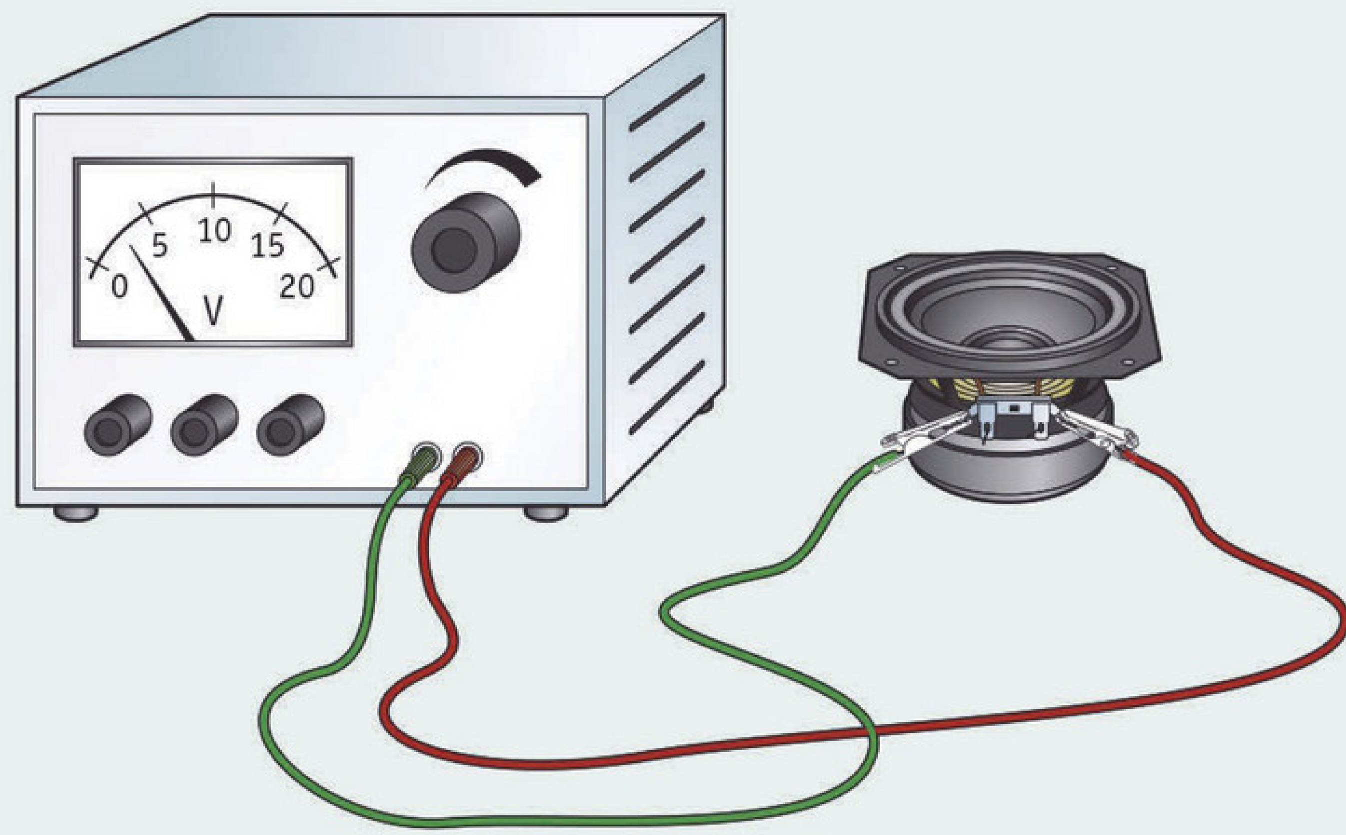
- Wissel de snoeren op de batterij om.
- Sluit de luidspreker weer aan op de batterij. Blijf naar de conus van de luidspreker kijken.
- Maak het krokodillen-bekje drie keer los en weer vast aan de luidspreker.

2 Wat gebeurt er met de conus?
- ☐ A De conus beweegt de andere kant op als bij het eerste deel van de proef.
- ☐ B De conus beweegt niet als je het krokodillen-bekje los of vast maakt.
- ☐ C De conus trilt als je het krokodillen-bekje los of vast maakt.

- Maak de snoeren op de batterij los.
- Haal de krokodillen-bekjes die op de batterij zaten, van de snoeren af.
- Schakel de voeding in.
- Stel de voeding in op 3 V wisselspanning.
- Laat je leraar de instelling controleren.
- Schakel de voeding uit.
- Sluit de luidspreker aan op de wisselspanning van 3 V (afbeelding 5).

- Schakel de voeding in.

3 Hoor je geluid uit de luidspreker?
JA / NEE



▲ **afbeelding 5**
de luidspreker aangesloten op een voeding

4 Voel voorzichtig aan de conus.
Wat voel je?
☐ A een regelmatige trilling
☐ B een trilling die steeds anders is
☐ C geen trilling

- Schakel de voeding uit.

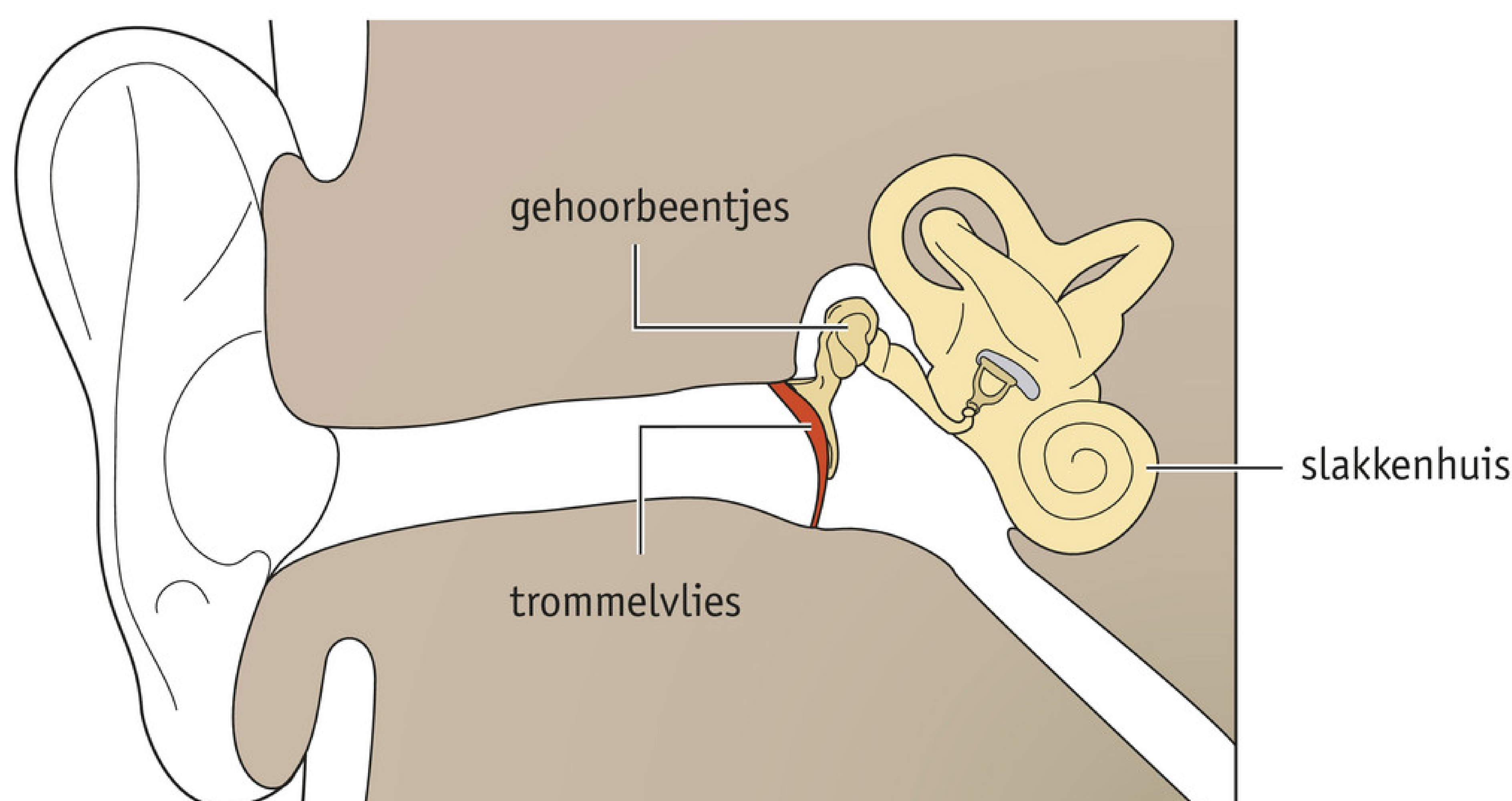
5 De conus trilt als de luidspreker op GELIJKSPANNING / WISSELSPANNING is aangesloten.

- Ruim alles netjes op.

Van geluidsbron naar je oor

Een geluidsbron veroorzaakt trillingen. In afbeelding 1 zag je de conus van een luidspreker. Als de conus trilt, gaat de lucht rond de conus ook trillen. De trillingen verplaatsen zich door de lucht. Als de trillingen bij je oor komen, hoor je het geluid.

De trillende lucht komt bij het **trommelvlies** in je oor. Dit vlies is heel gevoelig en gaat ook trillen (afbeelding 6). Het trommelvlies geeft de trillingen door aan de **gehoorbeentjes**. De trillingen gaan verder naar het slakkenhuis. Daar zet de gehoorzenuw de trillingen om in seintjes. Die seintjes gaan naar je hersenen. Je hoort het geluid.



◀ **afbeelding 6**
de binnenkant van je oor

Opgave

6 Vul de goede woorden in.
Kies uit: *gehoorbeentjes – gehoorzenuw – geluid – gevoelig – hersenen – lucht – richtingen – slakkenhuis – trommelvlies.*

Als de conus van een luidspreker trilt, gaat de ____________________ rond de conus ook trillen. De trillingen verplaatsen zich door de lucht in alle ____________________. De trillende lucht komt bij het ____________________ in je oor. Dit vlies is heel ____________________ en gaat ook trillen. Het trommelvlies geeft de trillingen door aan de ____________________. De trillingen gaan verder naar het ____________________. Daar zet de ____________________ de trillingen om in seintjes. De seintjes gaan naar je ____________________. Daardoor hoor je het ____________________.

Harde en zachte geluiden

Elk geluid bestaat uit trillingen. Maar je kunt niet alle geluiden horen. Soms zijn de trillingen te zacht. Dan hoor je geen geluid. Als de trillingen erg hard zijn, hoor je een hard geluid.

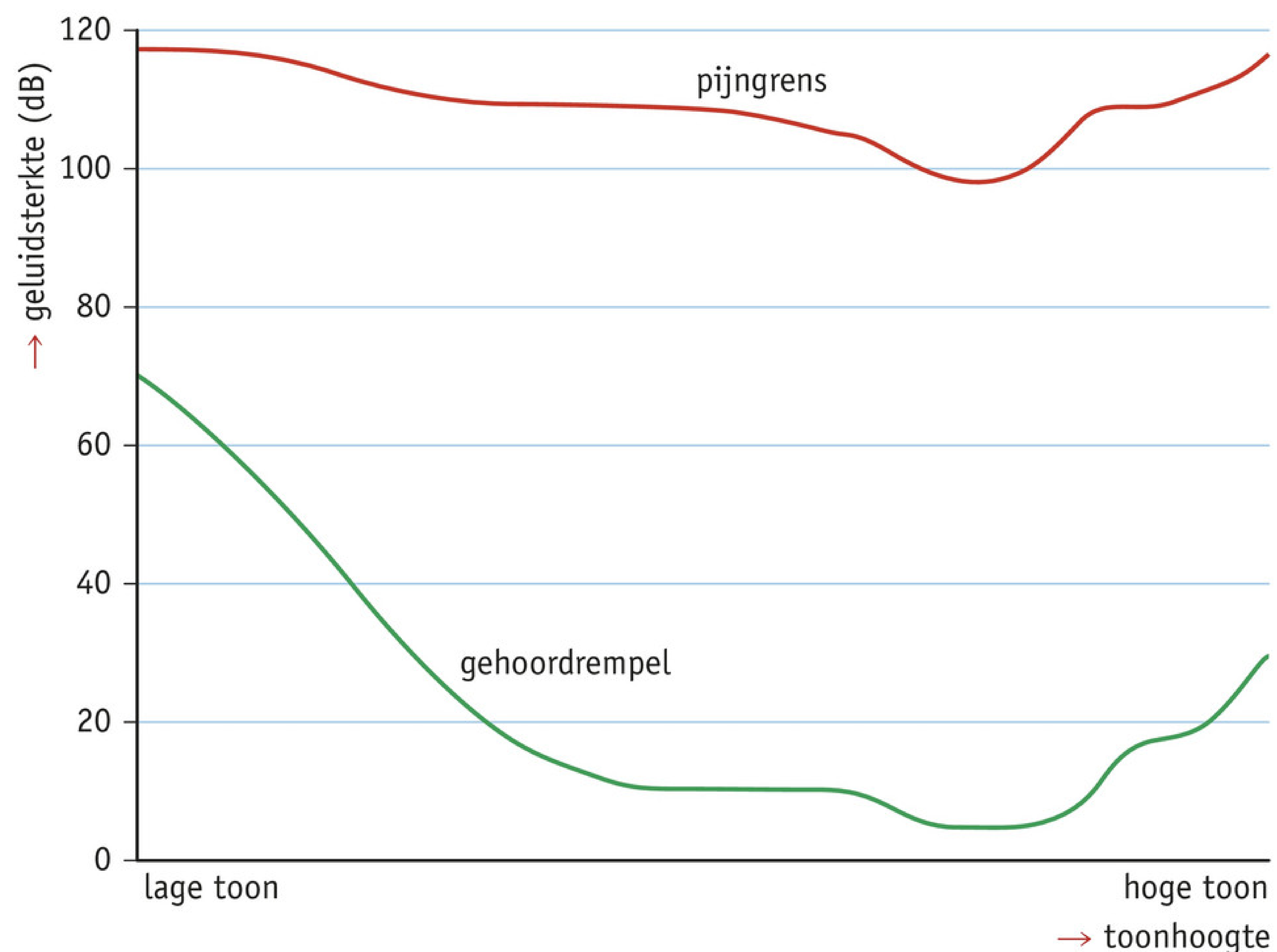
Hoe hard een geluid is, geef je aan met de **geluidsterkte**. De eenheid voor geluidsterkte is de **decibel**. De afkorting van decibel is **dB**. De geluidsterkte meet je met een **decibel-meter**. De geluidsterkte op de bouwplaats in afbeelding 7 is 76,9 dB, zoals je op de decibel-meter kunt zien.



▲ **afbeelding 7**
De geluidsterkte meet je met een decibel-meter.

De geluidsterkte die je nog net kunt horen, is de **gehoordrempel**. De gehoordrempel is het zachtste geluid dat je nog kunt horen. Een geluid kan ook heel hard zijn. Zó hard, dat het pijn doet. De geluidsterkte gaat dan voorbij de **pijngrens**. De pijngrens is het hardste geluid dat je kunt horen zonder pijn in je oren te krijgen.

In afbeelding 8 zie je een grafiek. Op de verticale as staat de geluidsterkte. Op de horizontale as staat de toonhoogte. De groene lijn is de gehoordrempel. De rode lijn is de pijngrens. De gehoordrempel en de pijngrens zijn niet voor alle tonen hetzelfde.



▲ **afbeelding 8**
de gehoordrempel en de pijngrens

Opgaven

7 Hoe noem je de geluidsterkte die je nog net kunt horen?
- ☐ A de gehoordrempel
- ☐ B de geluidsdrempel
- ☐ C de gehoorgrens
- ☐ D de geluidsgrens

8 Wat weet je van de sterkte van geluid dat pijn doet aan je oren?
- ☐ A De sterkte van het geluid gaat voorbij de pijndrempel.
- ☐ B De sterkte van het geluid gaat voorbij het pijngeluid.
- ☐ C De sterkte van het geluid gaat voorbij de pijngrens.
- ☐ D De sterkte van het geluid gaat voorbij de pijntrilling.

9 Je wilt weten hoe hard het geluid op straat is.
Wat moet je dan meten?
- ☐ A de geluidsbron
- ☐ B de geluidsterkte
- ☐ C de toonhoogte

10 Met welke meter kun je meten hoe hard geluid is?

___

11 Welke eenheid wordt gebruikt voor geluidsterkte?
- ☐ A decibel
- ☐ B decimeter
- ☐ C geluidshardheid
- ☐ D geluidsbel

12 De gehoordrempel is WEL / NIET voor alle geluiden hetzelfde.

13 De pijngrens is WEL / NIET voor alle geluiden hetzelfde.

14 Wat is de afkorting van decibel?
- ☐ A dbel
- ☐ B dB
- ☐ C Db
- ☐ D Decib

Proef 2 Geluid horen

Wat je nodig hebt
- ☐ 1 stemvork met klankkast
- ☐ 1 hamertje

Uitvoering
- Sla met het hamertje tegen de bovenkant van een been van de stemvork. De stemvork gaat daardoor trillen.

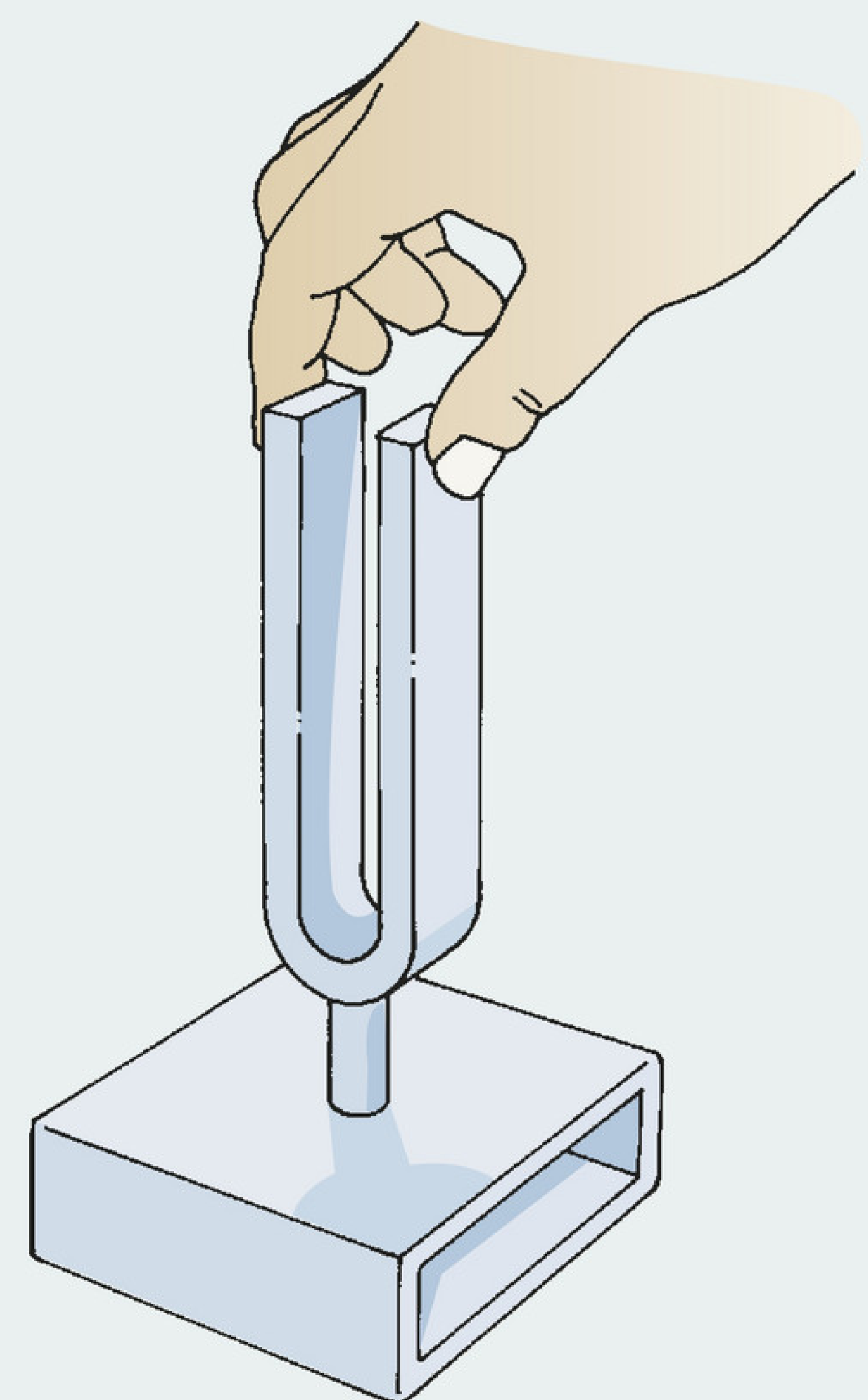
1 Ik hoor WEL / GEEN geluid van de stemvork komen.

- Als je geen geluid hoort, moet je iets harder tegen de stemvork slaan. Je moet geluid kunnen horen.
- Pak de stemvork aan de bovenkant vast (afbeelding 9).

2 Ik voel de benen van de stemvork WEL / NIET trillen.

- Sla de stemvork weer aan.
- Blijf twintig tellen naar het geluid luisteren.

3 Het geluid wordt steeds HARDER / ZACHTER.



▲ afbeelding 9
Zo pak je de stemvork vast.

- Sla de stemvork weer aan.
- Luister naar het geluid, totdat je het geluid net niet meer hoort.
- Pak de stemvork weer aan de bovenkant vast.

4 Wat voel je aan de stemvork?
- ☐ A De stemvork doet niets meer.
- ☐ B De stemvork trilt nog een beetje.
- ☐ C De stemvork trilt sneller dan eerst.

5 Je voelt aan een stemvork dat hij trilt, maar je hoort geen geluid. De geluidsterkte van de stemvork is WEL / NIET boven de gehoordrempel.

- Ruim alles netjes op.

Onthouden!

Geluid wordt gemaakt door een geluidsbron.
Een geluidsbron maakt trillingen.
Een klankkast versterkt het geluid.
Je oor vangt trillingen op. De gehoorzenuw geeft seintjes aan je hersenen.
Daardoor kun je geluid horen.
De eenheid voor geluidsterkte is decibel (dB).
Geluidsterkte meet je met een decibel-meter.
De gehoordrempel is de geluidsterkte die je nog net kunt horen.
De pijngrens is de geluidsterkte die pijn gaat doen aan je oren.

2 De oscilloscoop

Met een oscilloscoop kun je geluid onderzoeken. Het geluid is zichtbaar op een scherm.

Verschillende geluiden

Sommige geluiden zijn erg hard, zoals een drilboor. Andere geluiden hoor je bijna niet, zoals bladeren in de wind. Is de geluidsterkte groot, dan zijn er hevige trillingen. Bij een zacht geluid zijn er kleine trillingen.

Sommige geluiden zijn heel hoog, zoals een piepende vogel. Andere geluiden zijn heel laag, zoals de brommende motor van een vrachtwagen. Geluiden hebben dus een **hoge toon** of een **lage toon**. Bij een gitaar geeft de dikste snaar een lage toon. En een dunne snaar geeft een hoge toon. De dikke snaar trilt langzamer dan de dunne snaar.

Opgaven

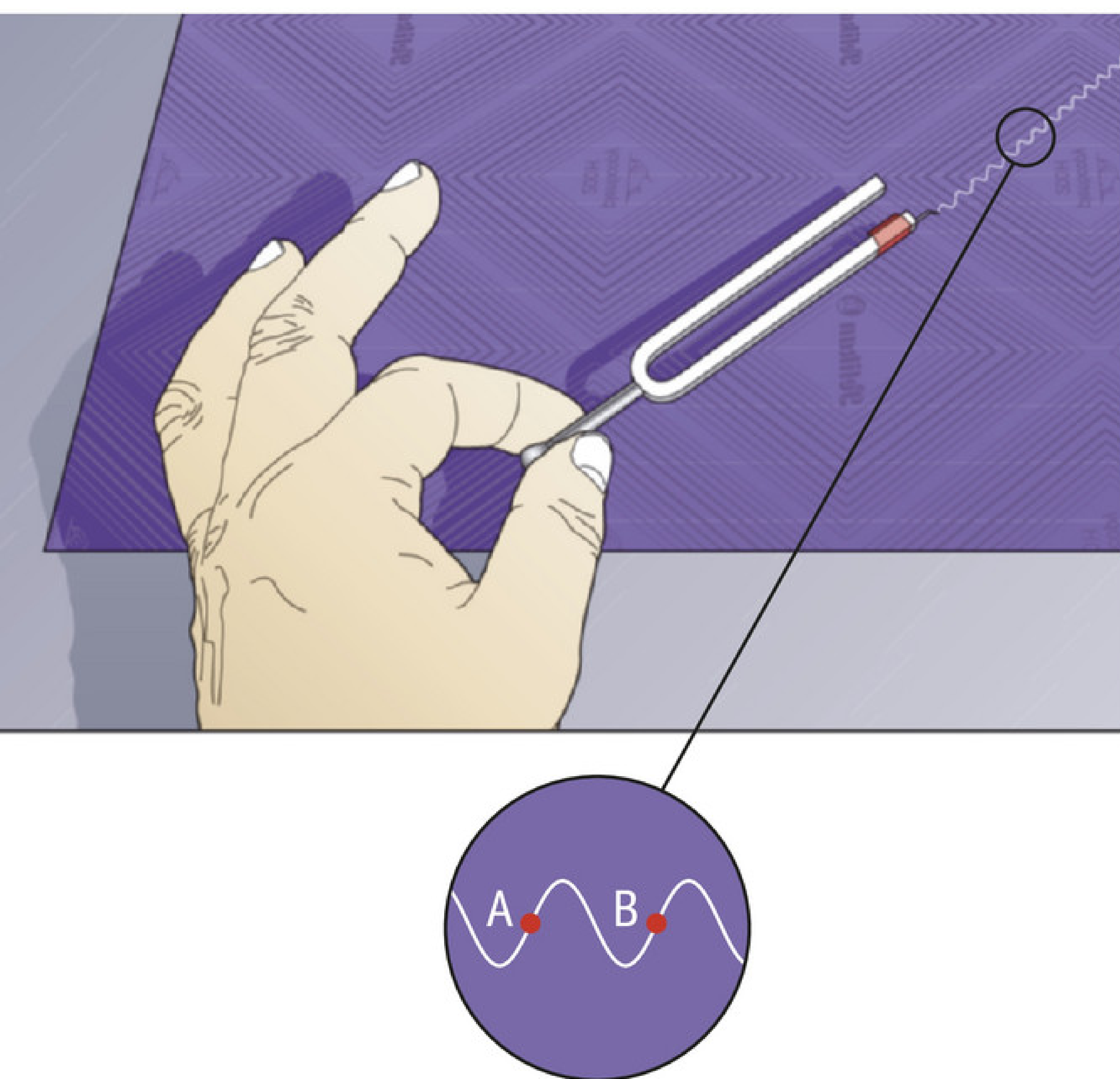
15 Welke snaar van een gitaar geeft de hoogste toon?
- ☐ A altijd de dunste snaar
- ☐ B de dunste snaar, maar alleen als je hem hard aanslaat
- ☐ C de dikste snaar, maar alleen als je hem zacht aanslaat
- ☐ D altijd de dikste snaar

16 Wanneer geeft een stemvork de hoogste toon?
- ☐ A als je de stemvork zacht aanslaat
- ☐ B als je de stemvork hard aanslaat
- ☐ C Een stemvork geeft altijd dezelfde toon.

17 Wanneer heeft een stemvork de grootste geluidsterkte?
- ☐ A als je hem hard aanslaat en de stemvork op een klankkast staat
- ☐ B als je hem hard aanslaat en de stemvork niet op een klankkast staat
- ☐ C als je hem zacht aanslaat en de stemvork op een klankkast staat
- ☐ D als je hem zacht aanslaat en de stemvork niet op een klankkast staat

18 Links staan dingen die geluid maken. Rechts staan woorden die met dat geluid te maken hebben. Trek lijnen tussen de woorden die bij elkaar horen.

blad in de wind ◯	◯ hoge toon
drilboor ◯	◯ hard geluid
motor van een schip ◯	◯ lage toon
piepende muis ◯	◯ zacht geluid



▲ **afbeelding 10**
De trilling van een stemvork is een golfbeweging.

Trillingen in beeld

Van de trillingen van een stemvork kun je een tekening maken. Daarvoor gebruik je een stemvork met een klein haakje eraan (afbeelding 10). Eerst laat je de stemvork trillen. Dan trek je de stemvork over een plaat met roet of over een stuk overtrek-papier. Op de plaat of op het papier zie je de trilling van de stemvork.

Onder de tekening van afbeelding 10 zie je een stukje trilling uitvergroot. De trilling heeft een golfbeweging. Tussen punt A en punt B zie je één hele golf (omhoog, omlaag, omhoog). Dit is één trilling.

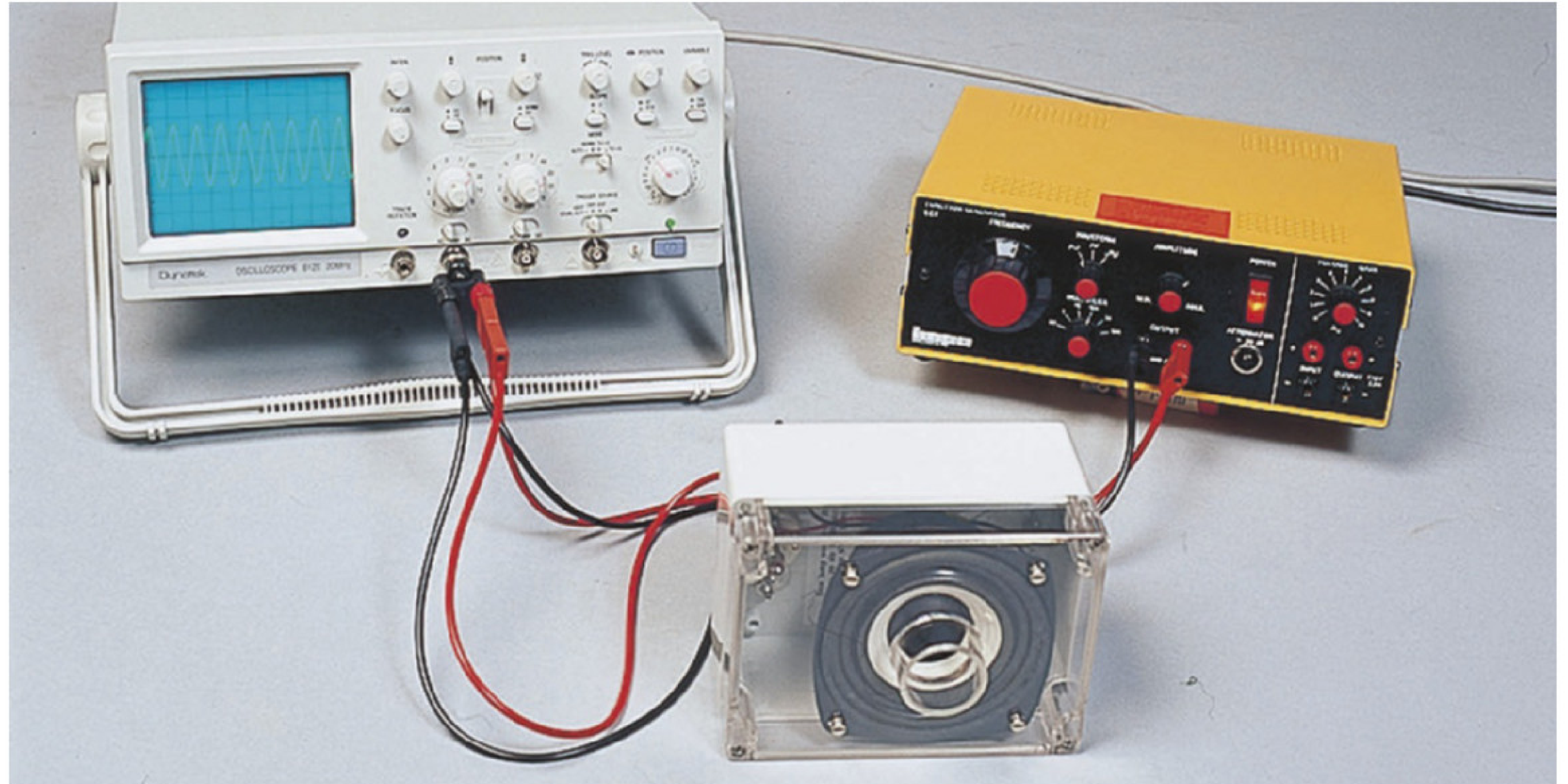
Met een stemvork en een stuk papier kun je de trilling van een geluid tekenen. Maar je kunt de trilling dan niet goed zien, want hij is erg klein. Je kunt de trilling van geluid wel goed zien op een **oscilloscoop** (spreek uit: os-sie-loo-skoop).

In afbeelding 11 zie je een oscilloscoop, en ook een microfoon en een stemvork. De microfoon zet het geluid van de stemvork om in een elektrisch signaal. De oscilloscoop zet het signaal om in een golf op het scherm. Dit is de trilling van het geluid van de stemvork.



▲ **afbeelding 11**
Op de oscilloscoop zie je de golf-beweging van het geluid van de stemvork.

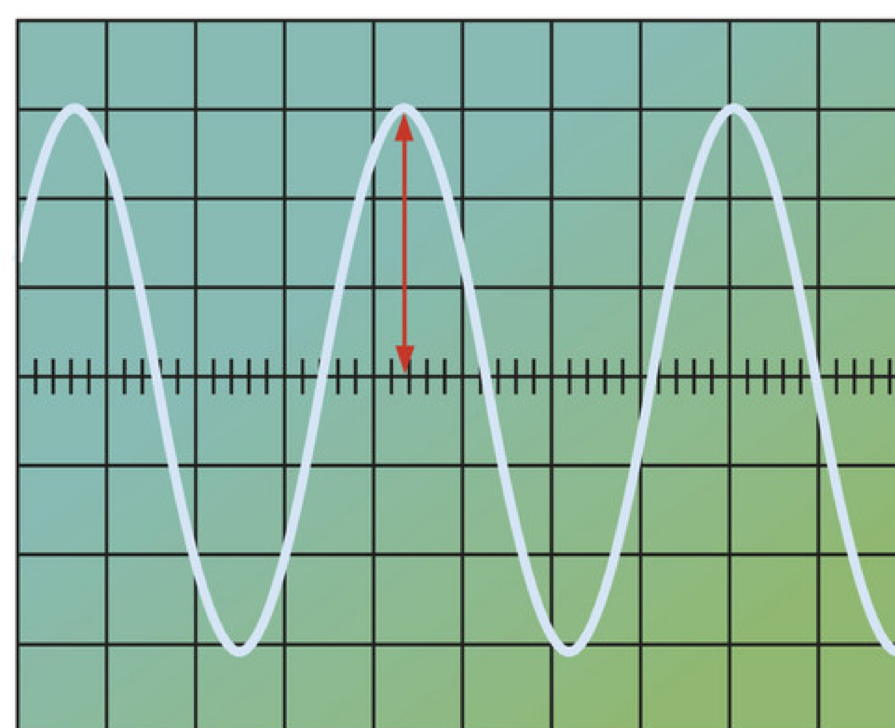
De oscilloscoop in afbeelding 12 is aangesloten op een **toon-generator**. Een toon-generator kan verschillende tonen maken. Hoge en lage tonen, met een hard of een zacht geluid. Met een luidspreker kun je die tonen horen. Je kunt de tonen zien op de oscilloscoop.



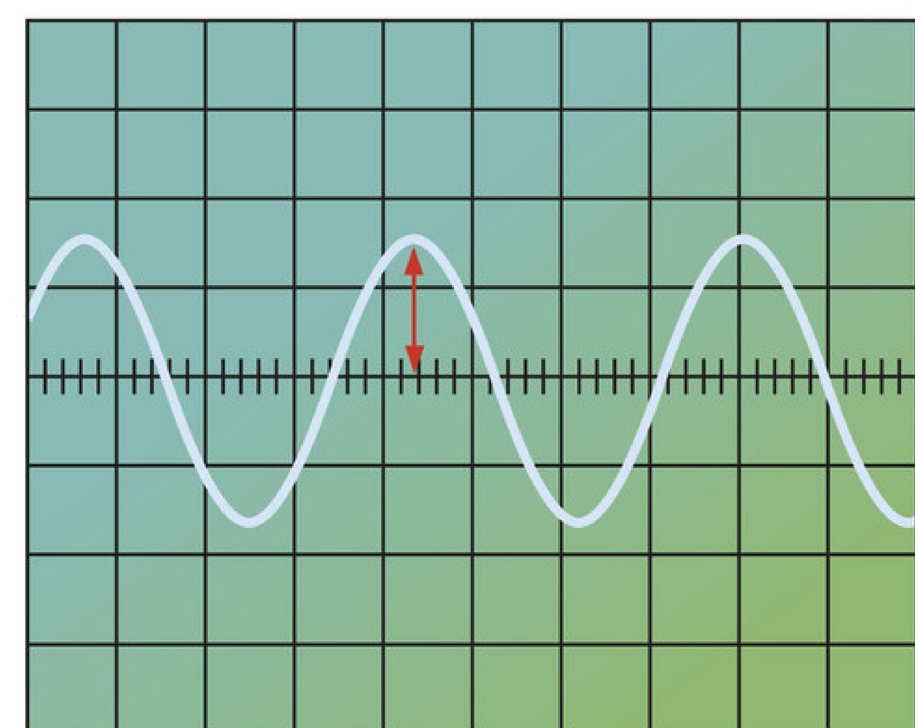
▲ **afbeelding 12**
een oscilloscoop, een toon-generator en een luidspreker

In afbeelding 13 zie je twee keer het scherm van een oscilloscoop. Het geluid van scherm a is hard en het geluid van scherm b is zacht. Je ziet: de golf van het harde geluid is hoger. Hoe harder het geluid, hoe hoger de golven.

De hoogte van de golf noem je de **amplitude**. Hoe harder het geluid, hoe groter de amplitude.



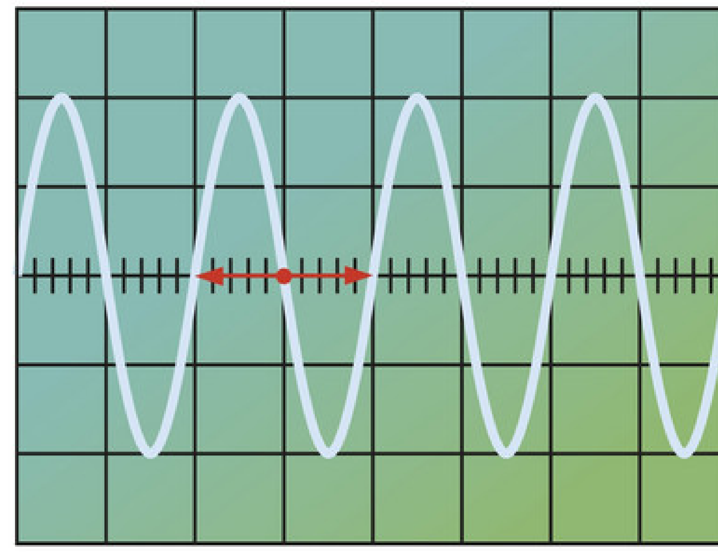
ⓐ een hard geluid: grote amplitude

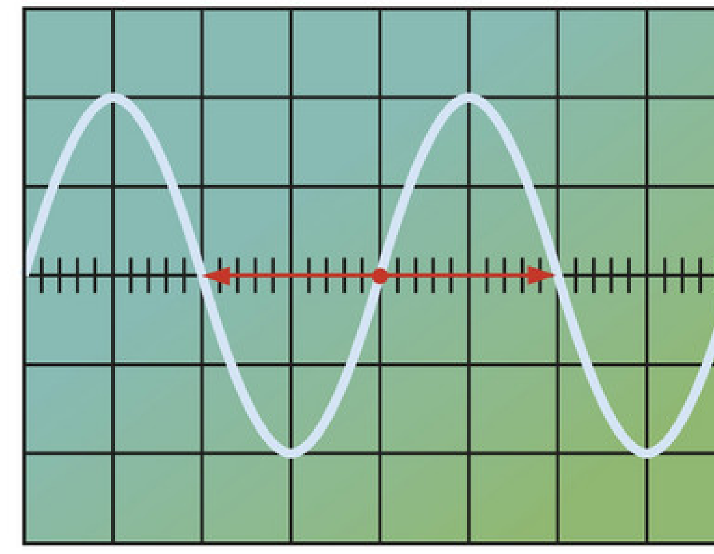


ⓑ een zacht geluid: kleine amplitude

▲ **afbeelding 13**
twee oscilloscoop-schermen

In afbeelding 14 zie je weer twee keer het scherm van een oscilloscoop. Het geluid van deze tonen is even hard. Dat zie je, omdat de golven even hoog zijn. Op scherm a zie je de trilling van een hoge toon. De golven zijn smal. Je ziet veel golven op het scherm. Op scherm b zie je de trilling van een lage toon. Deze golven zijn breed en je ziet weinig golven.


ⓐ een hoge toon: smalle golf


ⓑ een lage toon: brede golf

▲ **afbeelding 14**
twee oscilloscoop-schermen

Proef 3 De oscilloscoop

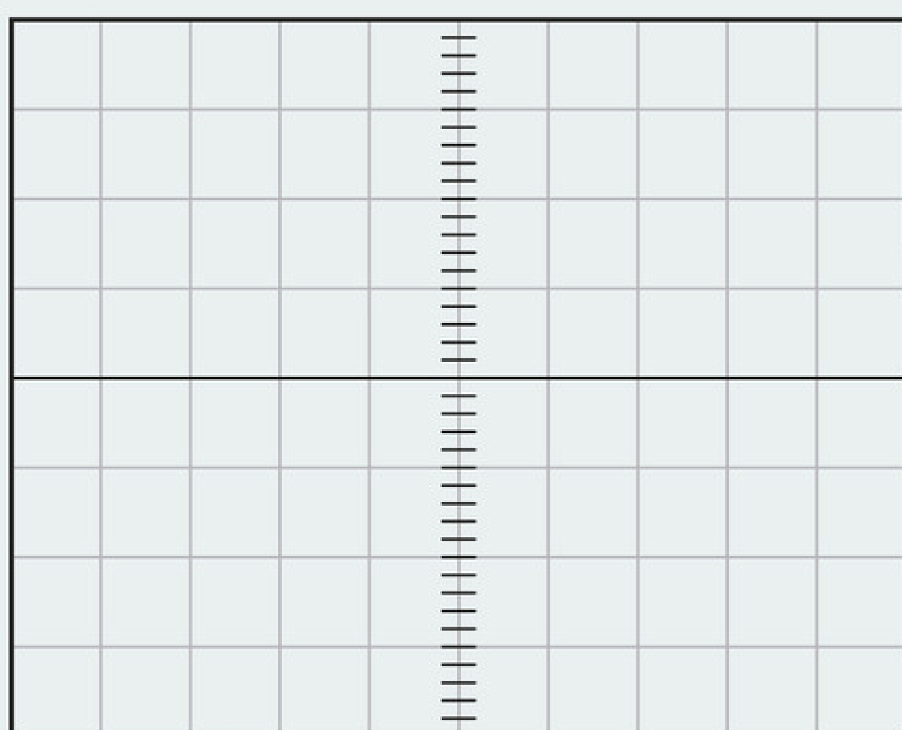
Wat je nodig hebt

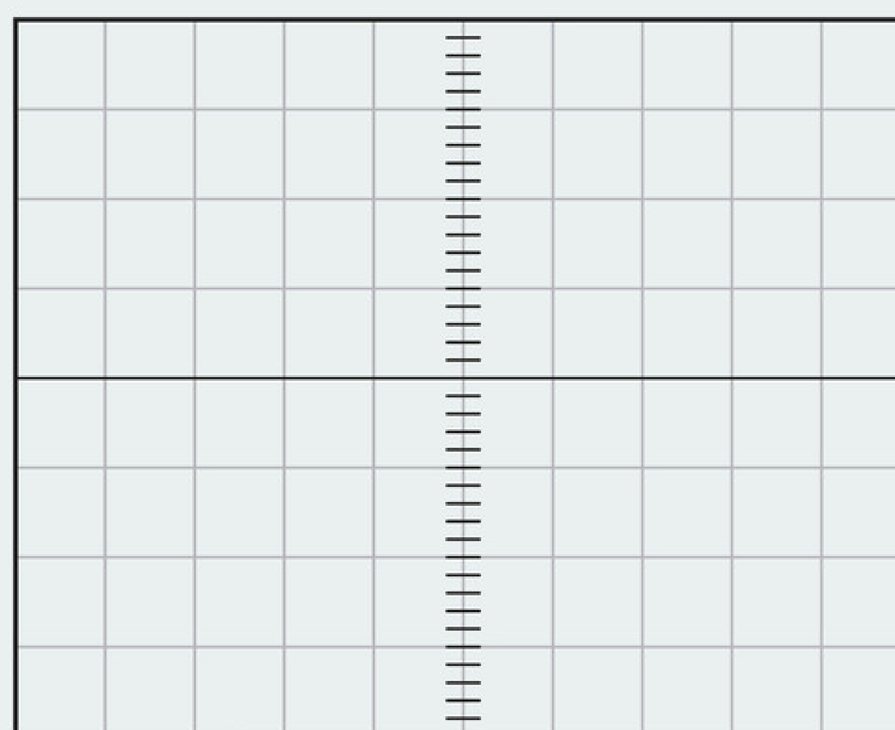
- ☐ 1 toon-generator
- ☐ 1 oscilloscoop
- ☐ 1 luidspreker

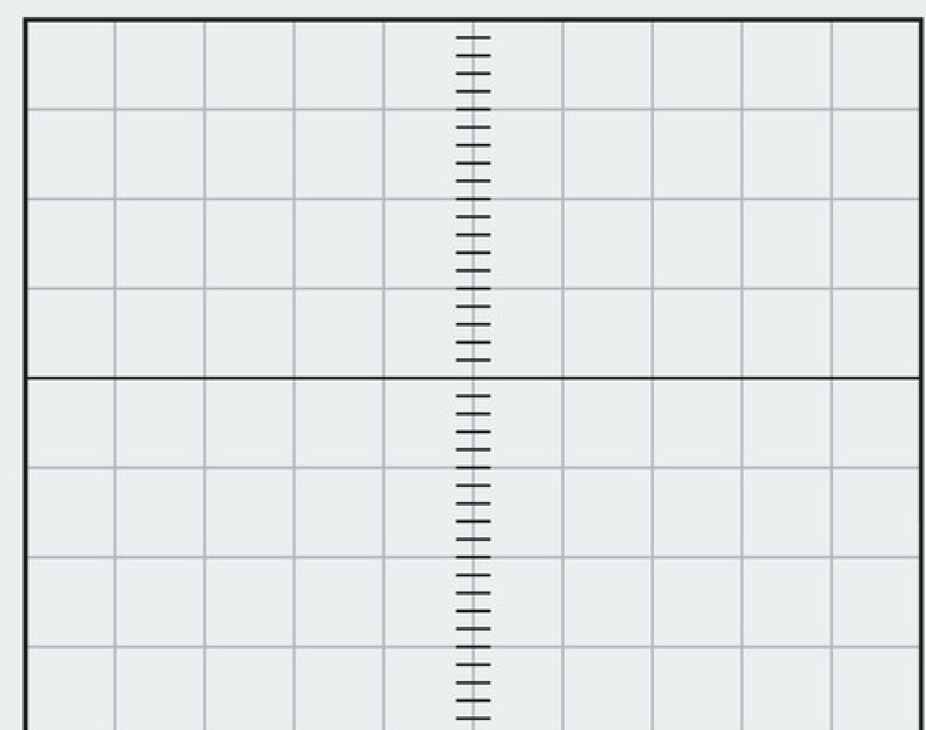
Dit is een demonstratie-proef.
Dat betekent dat je leraar de proef voordoet in de klas.

Uitvoering

- Je leraar schakelt de proefopstelling in.
- Luister naar het geluid.
- Kijk naar de golf op de oscilloscoop.


ⓐ


ⓑ


ⓒ

▲ **afbeelding 15**
drie schermen van een oscilloscoop

1 Teken de golf. Maak je tekening in afbeelding 15a.

- Je leraar zet het geluid harder.

2 Teken ook deze golf. Maak je tekening in afbeelding 15b.

- Je leraar zet het geluid weer zo hard als bij het begin.
  Op het scherm van de oscilloscoop zie je weer de golf van afbeelding 15a.

3 Wat verandert er aan het geluid, als het geluid harder of zachter wordt gezet?
- ☐ A alleen de geluidsterkte
- ☐ B alleen de toonhoogte
- ☐ C de geluidsterkte en de toonhoogte

4 Wat verandert aan de golven als het geluid harder wordt gezet?
- ☐ A de breedte van de golven
- ☐ B de hoogte van de golven
- ☐ C het aantal golven

- Je leraar verhoogt de toon van het geluid.
- Luister naar het geluid.
- Kijk naar de golf op de oscilloscoop.

5 Teken de golf die je nu ziet in afbeelding 15c.

6 Is de hoogte van de golven veranderd?
De hoogte van de golven is WEL / NIET veranderd.

7 Hoe is het aantal golven veranderd?
Bij een hogere toon zie je MEER / MINDER golven in het venster.

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

19 Wat kun je doen met een oscilloscoop?
- ☐ A geluid omzetten in beeld
- ☐ B geluid maken
- ☐ C geluid versterken
- ☐ D geluid verhogen

20 Van een geluid zie je de golven op het scherm van een oscilloscoop.
Als er weinig golven zijn, heeft het geluid een HOGE / LAGE toon.
Als er hoge golven zijn, is het geluid HARD / ZACHT.

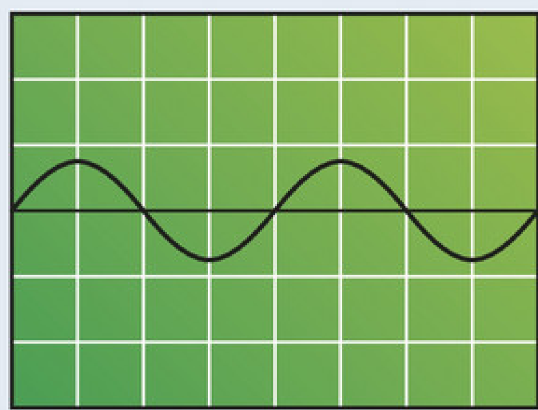
21 Op het scherm van een oscilloscoop zie je de golven van een geluid. Er zijn veel golven.
De golven zijn laag.
Hoe klinkt dit geluid?
- ☐ A Het geluid heeft een hoge toon en is hard.
- ☐ B Het geluid heeft een hoge toon en is zacht.
- ☐ C Het geluid heeft een lage toon en is hard.
- ☐ D Het geluid heeft een lage toon en is zacht.

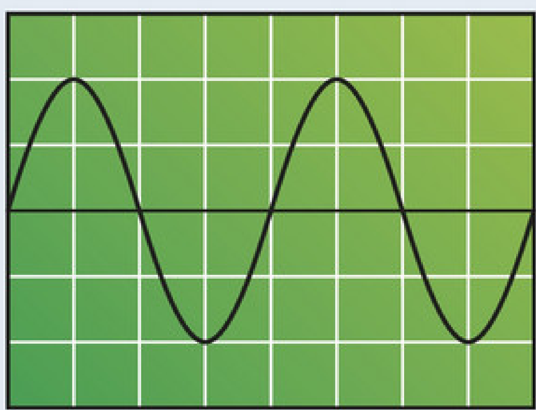
22 De hoogte van een geluidsgolf noem je ______________________.

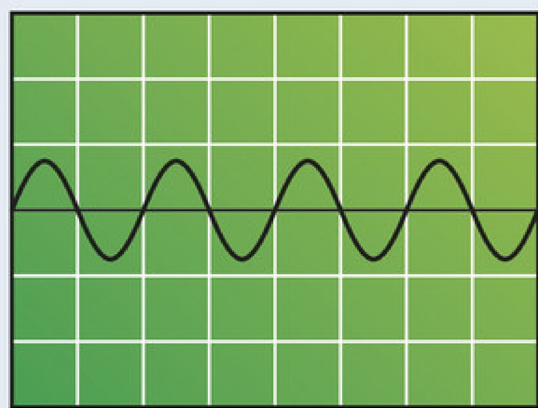
23 Hoe harder het geluid, hoe KLEINER / GROTER de amplitude.

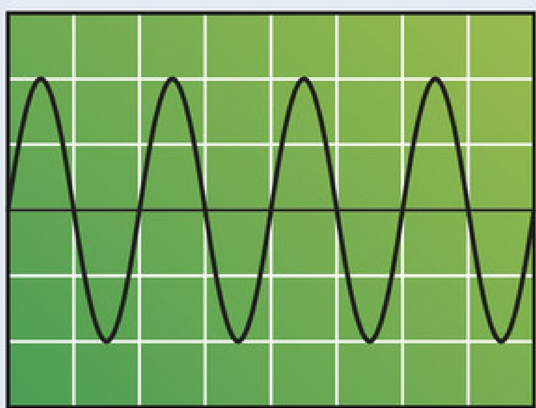
24 Wat kun je met een toon-generator doen?
- ☐ A geluid maken
- ☐ B van geluid een opname maken
- ☐ C van geluid een tekening maken

25 In afbeelding 16 zie je de golven van vier trillingen.
In tabel 2 staat de omschrijving van het geluid.
Schrijf in kolom 2 de letter van de afbeelding die erbij hoort.


ⓐ


ⓑ


ⓒ


ⓓ

▲ **afbeelding 16**
verschillende trillingen op een oscilloscoop-scherm

▼ **tabel 2** vier trillingen

hoe het geluid klinkt	afbeelding
harde, hoge toon	
harde, lage toon	
zachte, hoge toon	
zachte, lage toon	

Onthouden!

Een toon-generator maakt verschillende tonen.
Een oscilloscoop maakt de trillingen van geluid zichtbaar.
De hoogte van de golven is de amplitude.
Een hard geluid heeft een grote amplitude.
Een zacht geluid heeft een kleine amplitude.
Bij een hoge toon zijn de golven smal. Je ziet veel golven.
Bij een lage toon zijn de golven breed. Je ziet weinig golven.

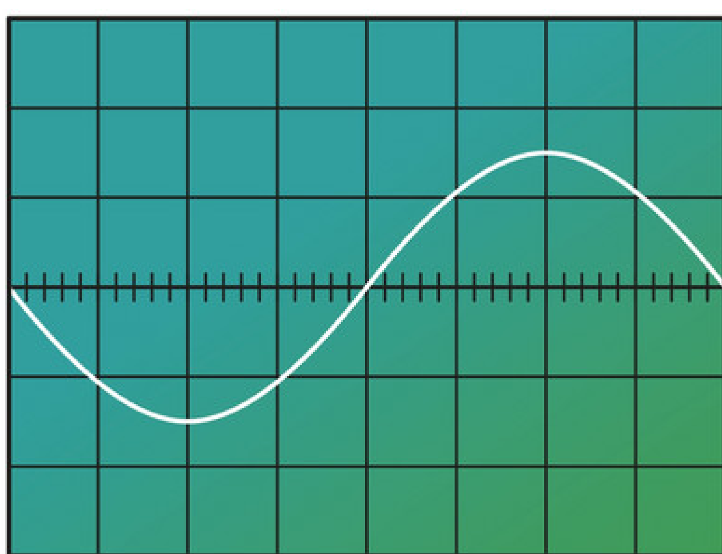
3 Frequentie en trillingstijd

Op het scherm van de oscilloscoop kun je de trillingen tellen. Je ziet dan hoeveel trillingen er zijn in een bepaalde tijd.

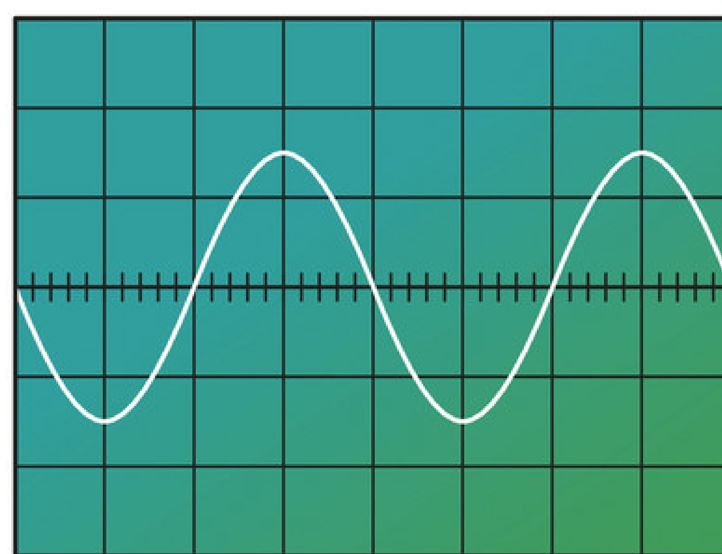
Frequentie

In afbeelding 17 zie je drie keer het scherm van een oscilloscoop. In tekening a zijn de golven breed. In tekening c zijn de golven smal. De middelste tekening is er tussenin. Smalle golven betekent een hoog geluid. Je weet nu dat de toon van tekening c een hoge toon is. De toon van tekening a is een lage toon.

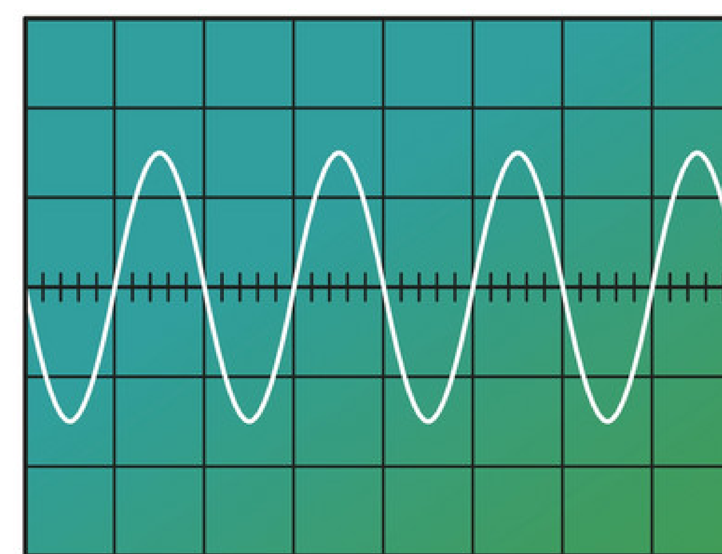
De tijd van een oscilloscoop kun je instellen. De tijd op het scherm van afbeelding 17 is ingesteld op 0,01 seconde. De trillingen op het scherm kun je tellen. Eén golf is hetzelfde als één trilling.



ⓐ laag



ⓑ middelhoog



ⓒ hoog

▲ **afbeelding 17**
drie verschillende tonen

Voorbeeld 1
In scherm a tel je 1 golf, dus 1 trilling in 0,01 seconde.
In scherm b tel je 2 golven, dus 2 trillingen in 0,01 seconde.
In scherm c tel je 4 golven, dus 4 trillingen in 0,01 seconde.

Nu kun je uitrekenen hoeveel trillingen per seconde er zijn.
Op scherm a zie je 1 trilling in 0,01 seconde.
0,01 seconde is één honderdste seconde.
Van 0,01 seconde naar 1 seconde is × 100.
Doe ook het aantal trillingen × 100. Je krijgt:
1 trilling in 0,01 seconde = 100 trillingen in 1 seconde

Het geluid van scherm a heeft dus 100 trillingen in 1 seconde. Het aantal trillingen per seconde noem je de **frequentie**. Het symbool voor frequentie is ***f***. De frequentie van scherm a is 100 trillingen per seconde.

1 trilling in 1 seconde noem je 1 **hertz**. Je zegt: de frequentie is 1 hertz. De afkorting van hertz is **Hz**.
1 Hz = 1 trilling per seconde
100 Hz = 100 trillingen per seconde

Voorbeeld 2
Het geluid van scherm b heeft 2 trillingen in 0,01 seconde.
De frequentie van dit geluid is 2 × 100 = 200 trillingen per seconde, dus 200 Hz.
f = 200 Hz

Het geluid van scherm c heeft 4 trillingen in 0,01 seconde.
frequentie = 4 × 100 = 400 Hz
f = 400 Hz

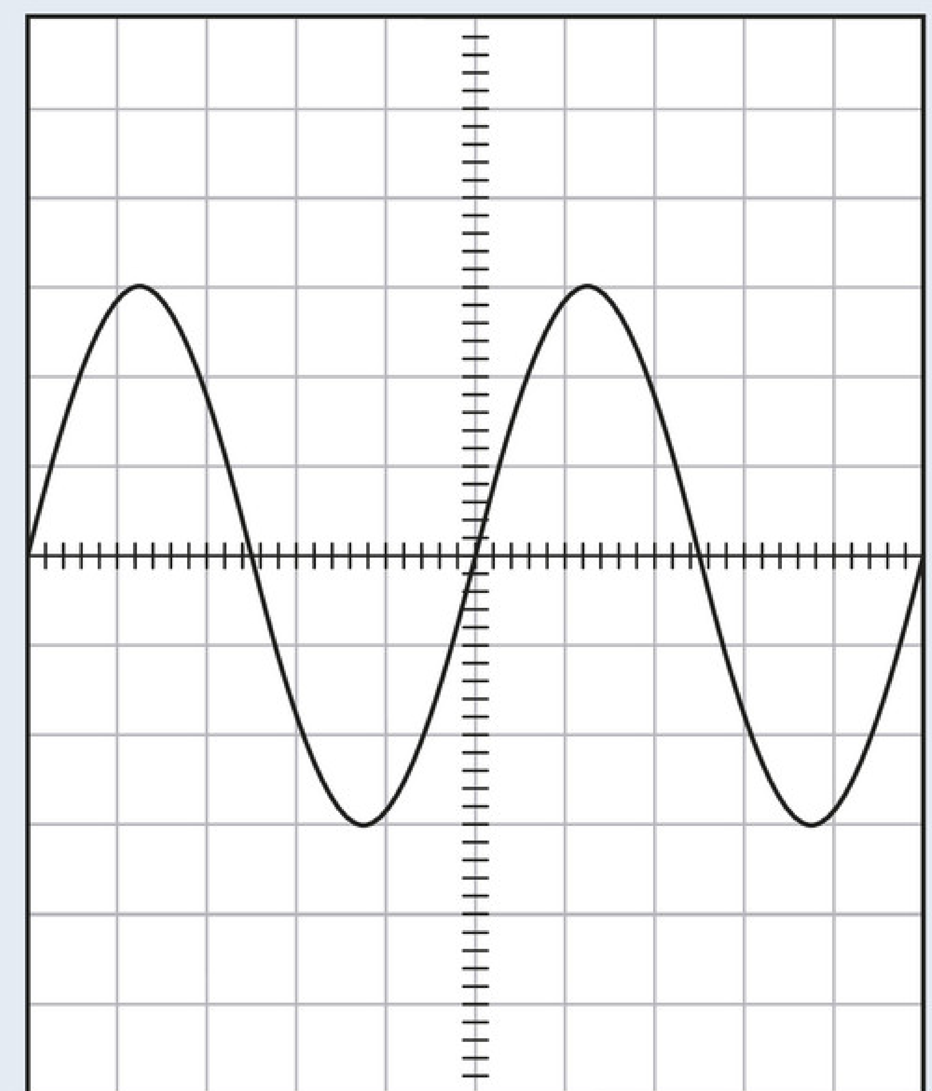
Hoe hoger de toon, hoe hoger de frequentie.

Let op!
In de voorbeelden was de tijd op het scherm steeds 0,01 seconde. De tijd op het scherm kun je zelf veranderen. Je kunt de oscilloscoop bijvoorbeeld ook instellen met 0,02 seconde op het scherm.

Opgaven

26 Hoe noem je het aantal trillingen in 1 seconde?
- ☐ A amplitude
- ☐ B frequentie
- ☐ C geluidsterkte
- ☐ D toonhoogte

27 In afbeelding 18 zie je het scherm van een oscilloscoop. Je ziet het aantal trillingen in 1 seconde. Hoeveel trillingen tel je?
- ☐ A 1
- ☐ B 2
- ☐ C 3
- ☐ D 4



▲ **afbeelding 18**
Hoeveel trillingen tel je?

28 Hoelang duurt één trilling van afbeelding 18?

_________ seconde

29 Wat bepaalt de toonhoogte van een geluid?
- ☐ A de amplitude
- ☐ B de frequentie
- ☐ C de geluidsterkte
- ☐ D de tijd

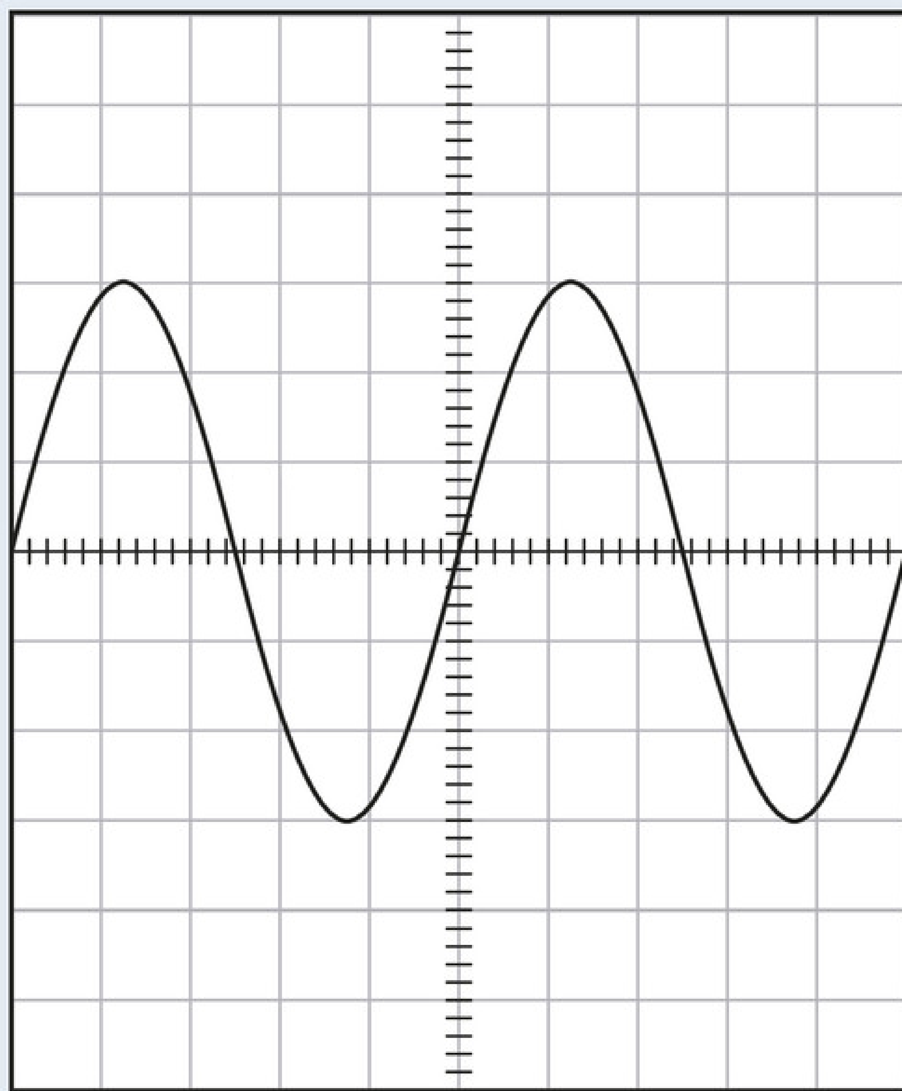
30 Wat is de afkorting van hertz?
- ☐ A hz
- ☐ B htz
- ☐ C Hz
- ☐ D Hrz

31 Wat is het symbool voor frequentie?

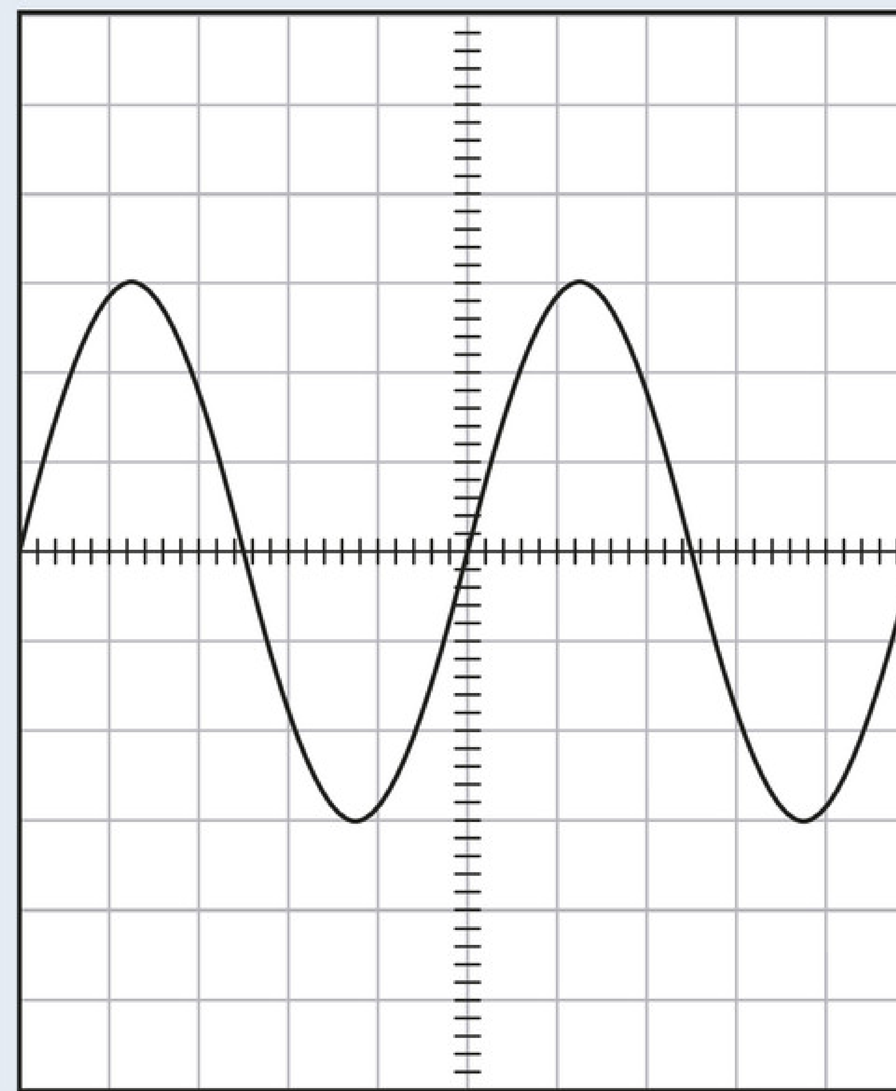
- ☐ A F
- ☐ B *f*
- ☐ C Fr
- ☐ D freq

+32 In afbeelding 19a zie je het scherm van een oscilloscoop. Je ziet twee trillingen van een geluid. Het geluid wordt harder gezet, maar de toonhoogte blijft hetzelfde.
Teken in de afbeelding hoe de golf er nu uitziet.

+33 In afbeelding 19b zie je het scherm van een oscilloscoop. Je ziet twee trillingen van een geluid. De frequentie wordt teruggedraaid naar de helft, maar de geluidsterkte blijft hetzelfde.
Teken in de afbeelding hoe de golf er nu uitziet.



▲ **afbeelding 19a**
twee trillingen van een geluid



▲ **afbeelding 19b**
twee trillingen van een geluid

Trillingstijd

De frequentie is het aantal trillingen per seconde. Als je de frequentie weet, kun je uitrekenen hoelang 1 trilling duurt. De tijd die 1 trilling duurt, is de **trillingstijd**. Het symbool voor trillingstijd is ***T***.

Voorbeeld 3
Een geluid heeft een frequentie van 10 Hz.
In 1 seconde heb je dan 10 trillingen.
1 trilling duurt: 1 : 10 seconde = 0,1 s
Je schrijft: T = 0,1 s
Je zegt: de trillingstijd is een tiende seconde.

Voorbeeld 4
Een geluid heeft een frequentie van 200 Hz.
In 1 seconde heb je dus 200 trillingen.
1 trilling duurt: 1 : 200 seconde = 0,005 s
Je schrijft: T = 0,005 s
Je zegt: de trillingstijd is vijf duizendste seconde.

De trillingstijd reken je uit met de formule:

trillingstijd = 1 : frequentie

Soms weet je wel de trillingstijd, maar niet de frequentie. Dan gebruik je de formule:

frequentie = 1 : trillingstijd

Voorbeeld 5
De trillingstijd is 0,004 seconde.
T = 0,004 s
Gebruik de formule: frequentie = 1 : trillingstijd.
Vul de getallen in:
f = 1 : 0,004

Gebruik je rekenmachine. Typ in: 0,004.
Druk op de knop SHIFT en daarna op 1/x.
f = 250 Hz

Opgaven

34 Hoe noem je de tijd van één hele trilling?

____

35 Waarvan is T het symbool?

____

36 Wat betekent 25 Hz?

25 Hz betekent: je hebt ________ trillingen in ______ seconde.

37 Maak de formule voor de trillingstijd af.

trillingstijd = 1 : ______________________________

38 Hoelang duurt één trilling als de frequentie 25 Hz is?

trillingstijd = 1 : ______________________________

trillingstijd = 1 : ________

trillingstijd = ____________ seconde

39 Reken de trillingstijd precies uit met je rekenmachine.
Pak je rekenmachine en toets in:

25 shift 1/x

trillingstijd = 1/25 seconde = ___________ seconde

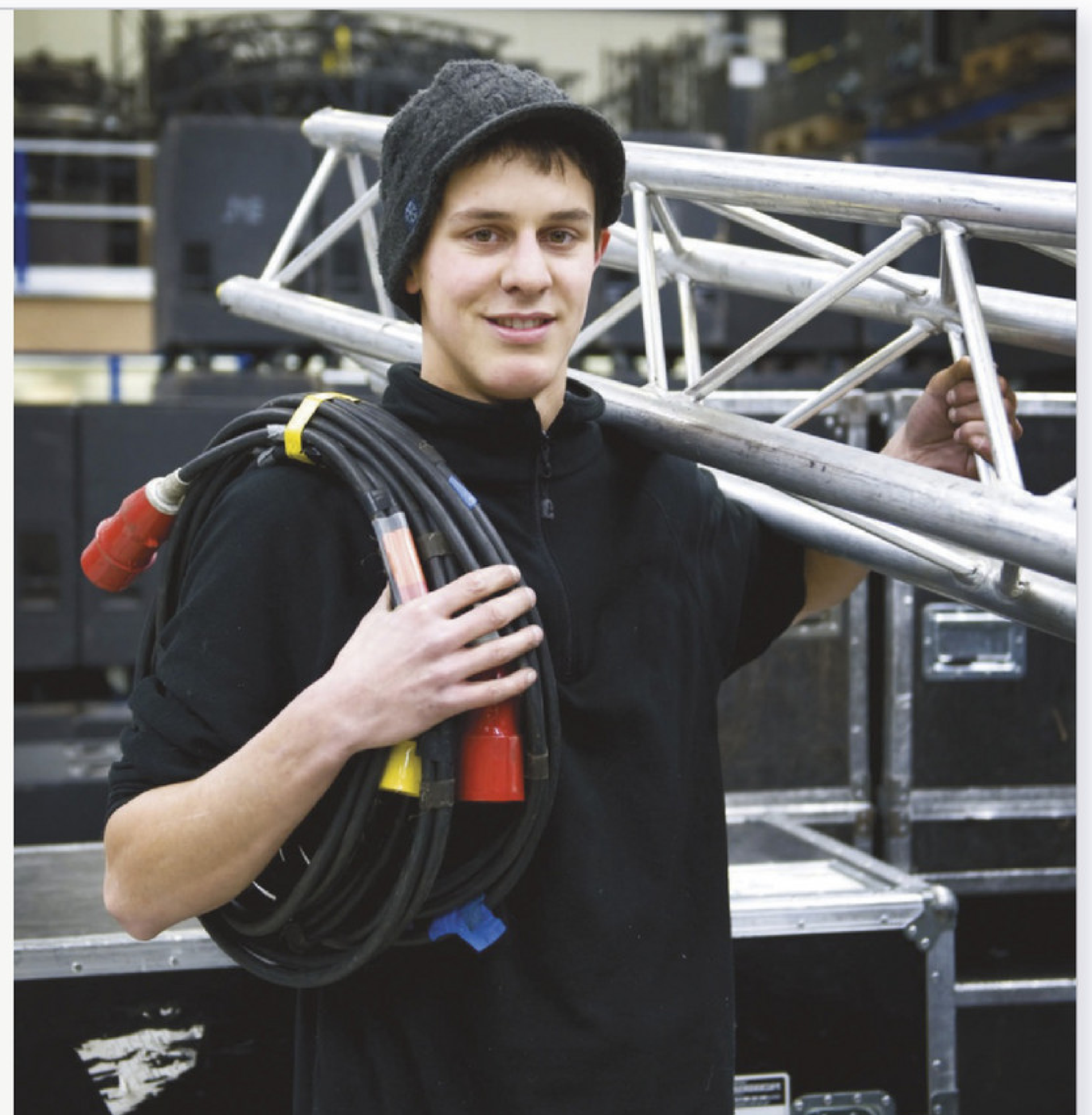
40 Links staan woorden die met geluid te maken hebben.
Rechts staan woorden die daarbij horen.
Trek lijnen tussen de woorden die bij elkaar horen.

decibel ○	○ gehoorbeentjes
frequentie ○	○ geluidsterkte
gehoordrempel ○	○ hoorbaar
geluid ○	○ toonhoogte
trommelvlies ○	○ trilling

Werken met geluid

Opleiding podium- en evenementen-techniek

Chris is podium-technicus. Bij concerten en festivals zorgt hij ervoor dat er geluid is. Chris trekt de kabels, hij sluit versterkers aan en zet de microfoons neer. Als podium-technicus moet hij precies weten hoe hij alle apparaten moet aansluiten. Hij moet ook een sterke rug hebben, want al die spullen zijn best zwaar. Chris is voor het concert bezig met sjouwen en opbouwen. Na afloop ruimt hij alles ook weer op. Hij werkt op allerlei plaatsen en tijden, soms ook midden in de nacht. Hij werkt in een team en krijgt opdrachten van de voorman.



▲ **afbeelding 20**
Chris aan het werk

Onthouden!

De frequentie is het aantal trillingen per seconde.
Het symbool voor frequentie is f.
De eenheid van frequentie is hertz (Hz).

1 Hz = 1 trilling per seconde

De trillingstijd is de tijd die 1 trilling duurt.
Het symbool voor trillingstijd is T.

trillingstijd = 1 : frequentie

frequentie = 1 : trillingstijd

Een hoge toon heeft een hoge frequentie.

4 Hinderlijk en schadelijk geluid

Geluid kan vervelend zijn als het heel hard is. Er zijn ook andere vormen van hinderlijk geluid. Tegen overlast van geluid kun je maatregelen nemen.



▲ afbeelding 21
geluids-overlast

Geluids-overlast

Soms heeft iemand last van geluid (afbeelding 21). Twee voorbeelden van **geluids-overlast** zijn:

- De buren houden een feestje met harde muziek. Daardoor kun je niet slapen.
- Je vindt dat de iPod van een klasgenote veel te hard staat. Vooral omdat je haar muziek niet leuk vindt.

De muziek van de buren en het geluid van de iPod is **hinderlijk geluid**, omdat je er last van hebt. Hinderlijk geluid kan je uit je slaap houden. Of je wordt er gespannen van. Door slaapgebrek en door te veel spanning kunnen mensen ziek worden. Als geluids-overlast lang duurt, kan het dus slecht zijn voor de gezondheid.

Proef 4 Hinderlijk geluid

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 pen
- ☐ je leerwerkboek

Uitvoering

- Je doet deze proef samen met twee andere leerlingen.
- Jij bent leerling 1. De andere leerlingen zijn leerling 2 en 3. Leerling 1 zit tussen leerling 2 en 3 in.
- Leerling 2 leest hardop de eerste twee zinnen van bladzijde 216 van het leerwerkboek.
- Leerling 3 leest op hetzelfde moment hardop de eerste twee zinnen van bladzijde 217 van het leerwerkboek.
- Leerling 1 schrijft op wat leerling 2 heeft voorgelezen.

____

____

____

____

____

____

- Als de opdracht klaar is, moeten jullie van rol wisselen.

1 Het was WEL / NIET gemakkelijk deze zinnen op te schrijven.

2 Tijdens het voorlezen had je WEL / GEEN last van hinderlijk geluid.

3 Door hinderlijk geluid kun je je MOEILIJK / MAKKELIJK concentreren.

4 Door hinderlijk geluid maak je WEL / NIET fouten.

Geluid bij het werk

Soms zorgen machines voor geluids-overlast. Voorbeelden van machines die veel geluid maken:
- een machine voor houtbewerking;
- een machine om tegels te zagen;
- een drilboor;
- een kettingzaag;
- de trilplaat van een stratenmaker (afbeelding 22).

Het geluid van deze machines is zo hard, dat het niet alleen hinderlijk is, maar ook slecht voor je gehoor. Dit is **schadelijk geluid**. Als je met zulke machines werkt, moet je daarom verplicht **gehoor-beschermers** dragen.



▲ **afbeelding 22**
Bij schadelijk geluid moet je gehoor-beschermers dragen.

Geluid van verkeer

Verkeer zorgt ook vaak voor geluids-overlast.
- Vliegtuigen die opstijgen en landen (afbeelding 23).
- Zware vrachtwagens die door een woonwijk rijden.
- Het verkeer op de snelweg.
- Een trein die voorbij komt (afbeelding 24).
- De uitlaat van een opgevoerde scooter.



▲ **afbeelding 23**
Vliegtuigen geven vaak geluids-overlast.



▲ **afbeelding 24**
Een trein maakt veel geluid.

Opgaven

41 Schrijf drie voorbeelden op van geluids-overlast door verkeer.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

42 Schrijf drie voorbeelden op van geluids-overlast door machines.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

43 Schrijf drie voorbeelden op van geluids-overlast door muziek.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

44 Wanneer is geluids-overlast schadelijk voor je gehoor?
- ☐ A altijd
- ☐ B als het geluid te hard is
- ☐ C nooit

45 Jules kan niet slapen, omdat de buren aan de overkant een feest hebben.
Hij hoort steeds het dreunen van hun muziek.
Hoe noem je dat geluid?
- ☐ A hinderlijk
- ☐ B schadelijk
- ☐ C hinderlijk en schadelijk

46 De kamer van Hicham ligt boven een drukke discotheek.
Hicham heeft WEL / NIET een grote kans op geluids-overlast.

47 Hoe noem je geluid dat slecht is voor je gehoor?

____

48 In tabel 3 staan voorbeelden van geluids-overlast.
Kruis in de tweede kolom aan of het geluid schadelijk is.
Kruis in de derde kolom aan of het geluid hinderlijk is voor jou.
Soms moet je beide kolommen aankruisen.

▼ **tabel 3** schadelijk en hinderlijk geluid

geluid	schadelijk	hinderlijk
De buren geven een feest.		
Een auto toetert en jij staat op een meter afstand van de auto.		
Een stratenmaker trilt stenen aan met een trilplaat.		
Er rijden veel vrachtwagens langs je huis.		
Iemand stofzuigt in de kamer waar jij naar de radio luistert.		
In een trein zit iemand tegenover je en zijn mp3-speler staat heel hard.		
Je leert een proefwerk in jouw kamer en in de kamer ernaast staat de tv hard aan.		
Je staat vlak bij een overweg waar een trein langskomt.		
Je zaagt met een kettingzaag.		
Met een drilboor wordt een groot gat in beton geboord.		

Maatregelen tegen geluids-overlast

Je kunt drie **maatregelen tegen geluids-overlast** nemen:
1 maatregelen bij de bron;
2 maatregelen tussen de bron en de ontvanger;
3 maatregelen bij de ontvanger.



▲ **afbeelding 25**
Fluister-asfalt is een maatregel bij de bron.

1 Maatregelen bij de bron

Je kunt zorgen dat de geluidsbron minder geluid maakt. Je neemt dan maatregelen bij de bron van het geluid. Bijvoorbeeld:
- Wegen maken van **fluister-asfalt** (afbeelding 25). Op dit asfalt maken autobanden minder geluid.
- In een woonwijk langzaam rijden. Dan maakt een auto of scooter minder geluid.
- De motoren in auto's en vliegtuigen stiller maken.
- Op een feestje het geluid niet te hard zetten.

2 Maatregelen tussen de bron en de ontvanger

Je kunt ook proberen om het geluid tegen te houden. Dan neem je maatregelen tussen de bron en de ontvanger. Bijvoorbeeld:
- Verkeerslawaai tegenhouden met een wal van zand. Dit heet een **geluidwal** (afbeelding 26).
- Verkeerslawaai tegenhouden met een **geluidscherm**.
- Machines in een werkplaats achter een scherm zetten dat het geluid tegenhoudt.
- Machines in een aparte ruimte zetten.

3 Maatregelen bij de ontvanger

Je kunt er ook voor zorgen dat de ontvanger het geluid minder goed kan horen. Dan neem je maatregelen bij de ontvanger. Bijvoorbeeld:
- Dubbel glas in de ramen zetten. Dubbel glas houdt geluid beter tegen dan enkel glas.
- Een huis extra isoleren. Dan hoor je in huis minder geluid van buiten.
- Oordoppen of andere gehoor-beschermers gebruiken.



▲ **afbeelding 26**
Een geluidwal is een maatregel tussen bron en ontvanger.

Proef 5 Maatregelen tegen geluids-overlast

Wat je nodig hebt

- ☐ 1 radio
- ☐ 1 kartonnen doos die over de radio past
- ☐ 1 kartonnen doos die aan de binnenkant met schuim is bekleed en over de radio past
- ☐ 1 decibel-meter
- ☐ oorkappen

Uitvoering

- Zet de radio aan.
- Leg de decibel-meter op 1 m afstand van de radio.
- Zet het geluid hard.
- Lees op de decibel-meter de geluidsterkte af.

1 Je hoort het geluid WEL / NIET goed.

2 De decibel-meter geeft ______________________ dB aan.

- Zet de kartonnen doos zonder schuim over de radio.
- Lees weer de geluidsterkte af.

3 De decibel-meter geeft ______________________ dB aan.

4 Het geluid is nu ZACHTER / HARDER.

5 Het geluid wordt WEL / NIET een beetje tegengehouden door de doos.

- Zet de doos met de schuim-bekleding over de radio.
- Lees weer de geluidsterkte af.

6 Je hoort het geluid nu NOG ZACHTER / EVEN HARD.

7 De decibel-meter geeft ______________________ dB aan.

8 Schuimplastic houdt het geluid WEL / NIET goed tegen.

9 Je plaatst de doos over de radio.
Welk soort maatregel tegen geluids-overlast is dit?
☐ A een maatregel bij de bron
☐ B een maatregel bij de ontvanger
☐ C een maatregel tussen de bron en de ontvanger

- Haal de doos van de radio.

10 Het geluid is nu HARDER / NOG STEEDS ZACHT.

- Zet de oorkappen op.

11 Hoe hoor je het geluid nu?
- ☐ A even hard
- ☐ B harder
- ☐ C zachter

12 Je zet de oorkappen op.
Welk soort maatregel tegen geluids-overlast is dit?
- ☐ A een maatregel bij de bron
- ☐ B een maatregel bij de ontvanger
- ☐ C een maatregel tussen de bron en de ontvanger

- Zet de radio zacht.

13 Welk soort maatregel tegen geluids-overlast heb je nu genomen?
- ☐ A een maatregel bij de bron
- ☐ B een maatregel bij de ontvanger
- ☐ C een maatregel tussen de bron en de ontvanger

- Ruim alles netjes op.

Opgaven

49 Je kunt maatregelen tegen geluids-overlast nemen bij de bron.
Schrijf drie voorbeelden op van maatregelen bij de bron.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

50 Schrijf drie voorbeelden op van maatregelen tegen geluids-overlast tussen bron en ontvanger.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

51 Schrijf twee voorbeelden op van maatregelen tegen geluids-overlast bij de ontvanger.

– ______________________________

– ______________________________

52 Een studio waar muziek wordt opgenomen is extra geïsoleerd. Op die manier wordt geen hinderlijk geluid van buiten opgenomen.
Welk soort maatregel tegen geluids-overlast is dit?
- ☐ A maatregel bij de bron
- ☐ B maatregel bij de ontvanger
- ☐ C maatregel tussen de bron en de ontvanger

53 De scooter van Joram maakt veel lawaai, omdat de uitlaat kapot is.
Hij moet een nieuwe uitlaat laten monteren.
Welk soort maatregel tegen geluids-overlast is dit?
- ☐ A maatregel bij de bron
- ☐ B maatregel bij de ontvanger
- ☐ C maatregel tussen de bron en de ontvanger

54 Langs een drukke verkeersweg staan geluidschermen.
Welk soort maatregel tegen geluids-overlast is dit?
- ☐ A maatregel bij de bron.
- ☐ B maatregel bij de ontvanger.
- ☐ C maatregel tussen de bron en de ontvanger.

Werken aan de weg

Opleiding asfalt-afwerker

Nieuwe wegen in Nederland worden aangelegd door asfalt-afwerkers, wals-machinisten en andere vakmensen. Bij de opleiding voor asfalt-afwerker leer je werken met grote machines, zoals de asfalt-afwerk-machine en de split-strooier. Je leert ook om werk met de hand te doen, bijvoorbeeld asfalt gelijkmaken met een hark. Het werk gebeurt soms 's nachts, in het weekend of in vakanties, omdat het dan rustig is op de weg. Je werkt buiten, ook als het waait of regent. Je kunt aan de slag bij wegenbouwers en onderhouds-bedrijven voor wegen.



▲ **afbeelding 27**
een asfalt-afwerker aan het werk

Onthouden!

Bij geluids-overlast hebben mensen last van geluid.
Hinderlijk geluid is geluid waar iemand last van heeft.
Schadelijk geluid is slecht voor je gehoor.
Van geluids-overlast kunnen mensen ziek worden.
Tegen geluids-overlast kun je maatregelen nemen:
- bij de bron;
- tussen de bron en de ontvanger;
- bij de ontvanger.

5 Gehoorschade

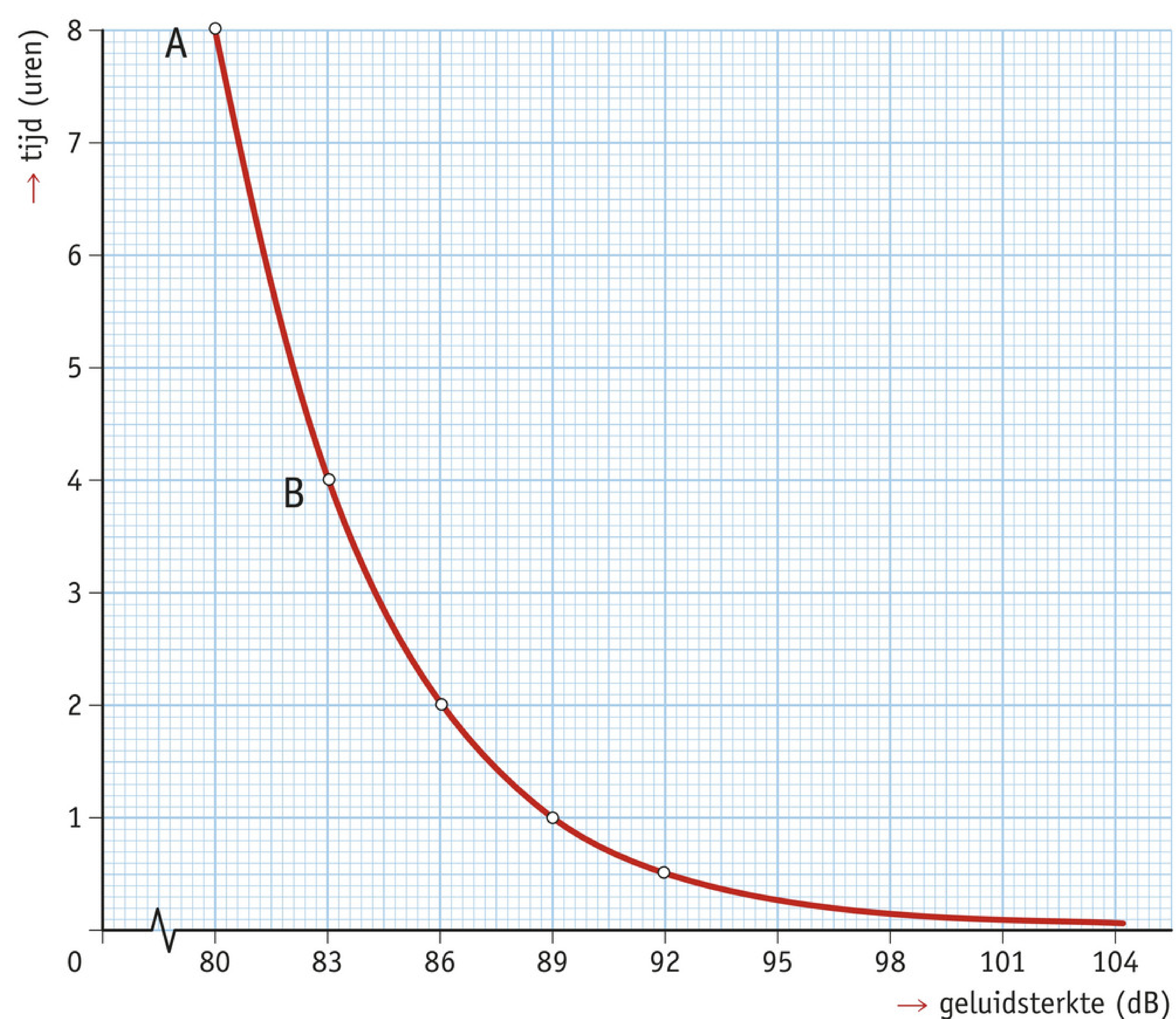
Last hebben van geluid is vervelend. Maar geluid kan ook schadelijk zijn. Dat is pas echt vervelend.

Gehoorschade

Hard geluid kan je **gehoor** beschadigen. In je oren gaat dan iets kapot. Daardoor kun je minder goed horen. Je hebt dan **gehoorschade**. Je oren worden nooit meer beter.

Van geluid met een sterkte boven 140 dB krijg je meteen gehoorschade. Dit geluid doet pijn aan je oren. Geluid boven 80 dB kan je gehoor ook beschadigen. Dat gebeurt dan niet meteen, maar langzaam. Hoe langer je naar hard geluid luistert, hoe meer kans op gehoorschade.

In afbeelding 28 zie je hoelang je naar verschillende geluidsterktes mag luisteren. Hoe harder het geluid, hoe korter je het mag horen. Hoor je het langer, dan krijg je gehoorschade. Daarom moet je op tijd bij het geluid weggaan. Kan dat niet, dan moet je gehoorbeschermers dragen.



▶ **afbeelding 28**
In de grafiek staat hoelang je naar geluid kunt luisteren zonder kans op gehoorschade.

Voorbeeld 6
Kijk naar punt A in de grafiek van afbeelding 28. Punt A staat bij 80 dB en bij 8 uur. Naar geluid van 80 dB kun je dus 8 uur luisteren zonder kans op gehoorschade. Kijk naar punt B in de grafiek. Punt B staat bij 83 dB en bij 4 uur. Naar geluid van 83 dB kun je dus maar 4 uur luisteren zonder kans op gehoorschade.

Opgaven

55 Je kunt WEL / NIET zonder gevaar naar alle geluiden luisteren.

56 Wat is het gevolg voor je gehoor als je luistert naar geluid met een sterkte van 145 dB?

____

Gebruik de grafiek van afbeelding 28 voor opgave 57 tot en met 61.

57 Daniel werkt in een bedrijf waar veel geluid is. Hij moet 8 uur per dag werken.
Hoe hard mag het geluid maximaal zijn, als hij geen gehoor-bescherming gebruikt?

____

58 Frits werkt in een bedrijf waar geluid is van 86 dB.
Hoelang mag hij per dag werken zonder gehoor-bescherming?

niet langer dan ____________

59 Een popconcert duurt twee uur. Op de plek waar jij staat, heeft het geluid een sterkte van 90 dB.
Is dat geluid schadelijk voor je gehoor?
JA / NEE

60 Hoelang kun je geluid van 92 dB horen zonder gevaar voor je gehoor?

____

61 Volgens de grafiek mag je geluid van 104 dB maar ongeveer twee minuten horen.
Blijf je langer in dat geluid, dan heb je WEL / GEEN kans op gehoorschade.

Werken met hout

Opleiding timmerman

Jeremy is timmerman. Hij maakt kozijnen, trappen, dakkapellen en andere constructies van hout. Na zijn opleiding tot timmerman aan het mbo heeft hij nagedacht over een eigen bedrijf. Hij zou dan als zelfstandige opdrachten doen voor mensen en bedrijven. Om ervaring op te doen, besloot Jeremy om eerst bij een baas te gaan werken. Jeremy werkt met veel verschillende machines en gereedschappen. Als timmerman moet hij erg nauwkeurig zijn. Alles wat hij maakt, moet precies passen.



▲ **afbeelding 29**
Bij machines die veel geluid maken, draag je oorkappen.



▲ afbeelding 30
oordoppen bij een concert

Gehoorschade voorkomen

Om gehoorschade te voorkomen, kun je op tijd weggaan bij het geluid. Maar soms gaat dat niet. Bijvoorbeeld als je moet werken met machines die veel geluid maken. Dan kun je **oorkappen** gebruiken (afbeelding 29 op bladzijde 213).

Bij een concert staat het geluid vaak harder dan 100 dB. Veel mensen dragen daarom **oordoppen** bij een concert (afbeelding 30). Muzikanten en dj's hebben kans op gehoorschade, omdat ze vaak werken met hard geluid.

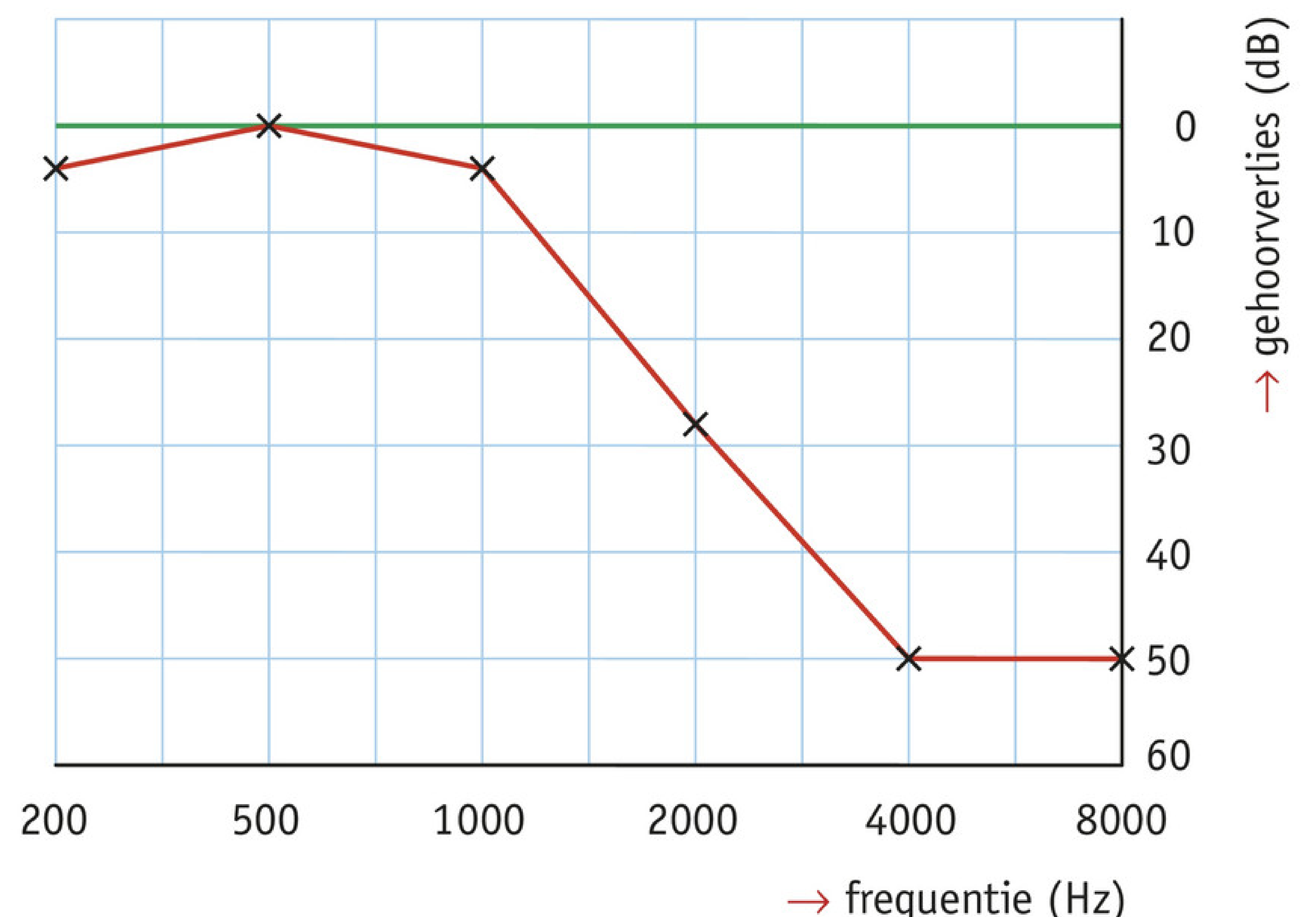
Audiogram

Sommige mensen kunnen niet goed horen. De **oorarts** laat dan onderzoeken of er gehoorschade is. Bij dit onderzoek krijg je een gehoortest (afbeelding 31). Iemand die je gehoor kan testen, heet een **audioloog**.

De audioloog meet de gehoordrempel voor verschillende tonen. De gehoordrempel is het geluid dat de persoon nog net kan horen. Van de test maakt de audioloog een grafiek. In afbeelding 32 zie je een voorbeeld van zo'n grafiek. Dit heet een **audiogram**.



▲ afbeelding 31
De audioloog test het gehoor van het meisje.

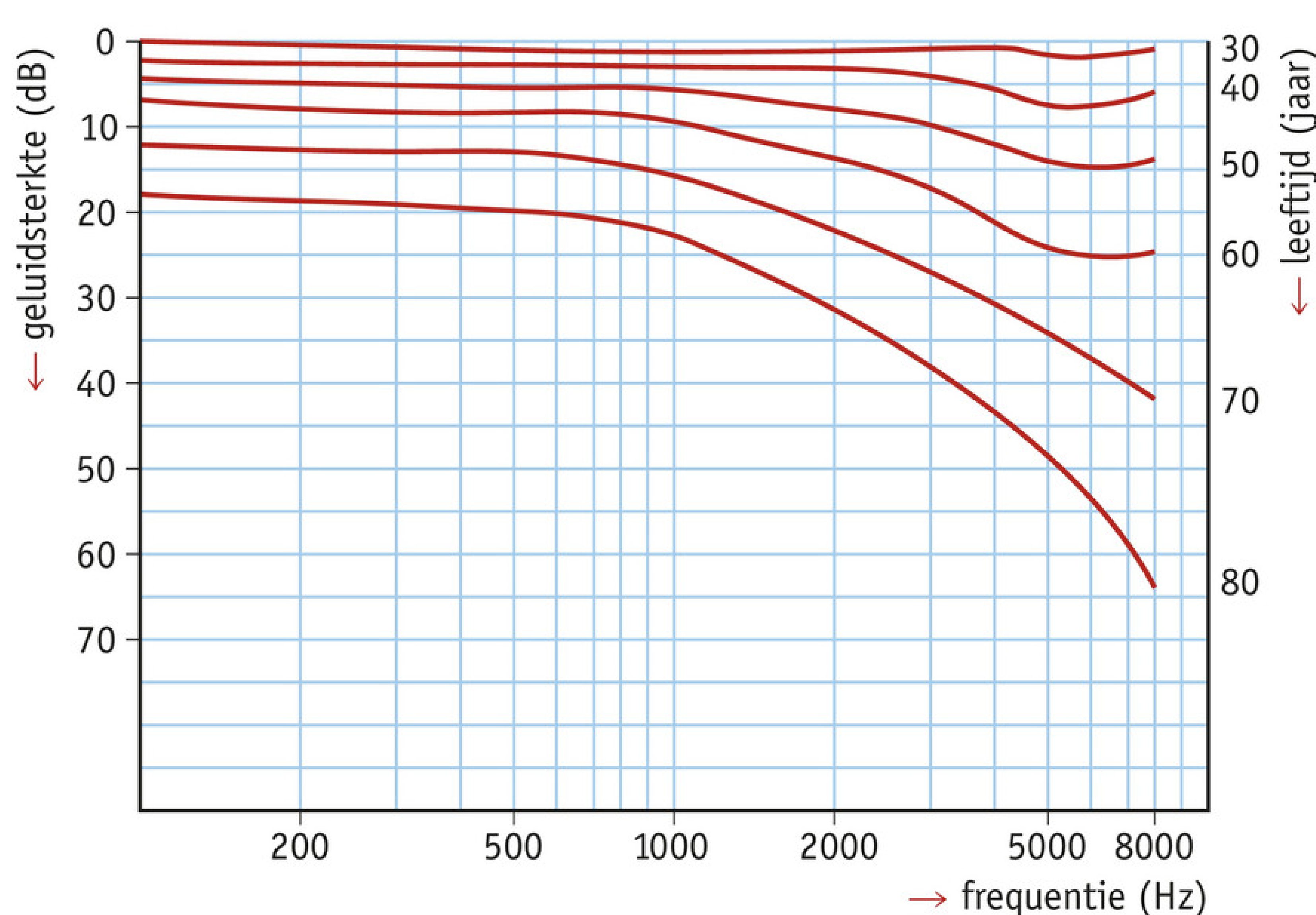


▲ afbeelding 32
een audiogram met gehoorverlies voor hoge tonen

De groene lijn in het audiogram hoort bij een goed gehoor. De rode lijn is van iemand bij wie het gehoor is getest. Je ziet dat de rode lijn bij de hoge tonen flink omlaag gaat. Dat betekent dat iemand de hoge tonen niet goed kan horen. Hij heeft **gehoorverlies** voor hoge tonen.

In het audiogram kun je aflezen hoe groot het gehoorverlies is. Bij een frequentie van 2000 hertz (Hz) staat het kruisje ongeveer bij 30 decibel (dB). Het gehoorverlies voor geluiden van 2000 Hz is 30 dB. De gehoordrempel van deze persoon is 30 dB hoger dan normaal. Een geluid van 2000 Hz moet voor hem 30 dB harder zijn om het te kunnen horen.

Oudere mensen horen meestal slechter dan jonge mensen. Hoe ouder, hoe meer gehoorverlies. Dit zie je in afbeelding 33. De grafiek van iemand van 80 jaar laat het meeste gehoorverlies zien: meer dan 30 dB voor geluiden van 2000 Hz. Mensen met veel gehoorverlies hebben een **gehoor-apparaat** nodig (afbeelding 34).



▲ **afbeelding 33**
audiogram van mensen van verschillende leeftijden



▲ **afbeelding 34**
een gehoor-apparaat

Opgaven

62 Mick is al heel lang popartiest. Hij hoort niet alle geluiden meer. Zijn gehoor moet goed worden onderzocht.
Door wie moet hij zijn gehoor laten onderzoeken?
- ☐ A door de huisarts
- ☐ B door een audioloog
- ☐ C door een geluids-technicus
- ☐ D door een verkoper van gehoor-apparaten

63 Bij de gehoortest van Mick wordt een audiogram gemaakt. Het audiogram zie je in afbeelding 32.
Voor welke tonen heeft Mick het minste gehoorverlies?
- ☐ A voor tonen met een frequentie van 250 Hz
- ☐ B voor tonen met een frequentie van 500 Hz
- ☐ C voor tonen met een frequentie van 4000 Hz
- ☐ D voor tonen met een frequentie van 8000 Hz

64 Kijk weer naar het audiogram van afbeelding 32. Voor welke tonen heeft Mick het meeste gehoorverlies?
- ☐ A voor tonen met een frequentie van minder dan 500 Hz
- ☐ B voor tonen met een frequentie van 500 Hz
- ☐ C voor tonen met een frequentie van 500 Hz tot 1000 Hz
- ☐ D voor tonen met een frequentie van meer dan 4000 Hz

65 Oudere mensen kunnen WEL / NIET even goed horen als jonge mensen.

66 Kijk naar afbeelding 33. Deze afbeelding laat zien hoe het gehoor bij oudere mensen slechter wordt. De opa van John is 70 jaar.
Welke tonen hoort opa niet meer zo goed?
- ☐ A alle tonen
- ☐ B vooral tonen met een frequentie hoger dan 1200 Hz
- ☐ C vooral tonen met een frequentie lager dan 1200 Hz

67 Voor welke tonen heeft de opa van John een gehoorverlies van ongeveer 35 dB?
- ☐ A voor tonen van 1000 Hz
- ☐ B voor tonen van 2000 Hz
- ☐ C voor tonen van 5000 Hz
- ☐ D voor tonen van 8000 Hz

68 Hoeveel gehoorverlies heeft de opa van John voor tonen van 4000 Hz?
- ☐ A 8 dB
- ☐ B 30 dB
- ☐ C 40 dB
- ☐ D 53 dB

69 Wanneer is geluid schadelijk?

Geluid tussen ________ dB en ________ dB kan schadelijk zijn.

Geluid boven ________ dB is altijd schadelijk.

70 Waarvan hangt de schade van te hard geluid af?

De schade hangt af van het aantal ________________________________ van het geluid

en van ________________________________ je het geluid hoort.

Onthouden!

Door hard geluid kun je gehoorschade krijgen.
Gehoorschade kan nooit meer genezen.
Gehoorschade kun je voorkomen met gehoor-bescherming.
Een audioloog meet of je gehoorverlies hebt.
Een audiogram is een grafiek van het gehoorverlies.
Iemand met veel gehoorverlies heeft een gehoor-apparaat nodig.
Oude mensen gaan steeds slechter horen.

6 Geluid opnemen en versterken

Zonder muziek is het leven een stuk saaier. Muziek hoor je live bij een concert. Of je luistert naar opgenomen muziek, bijvoorbeeld een mp3.

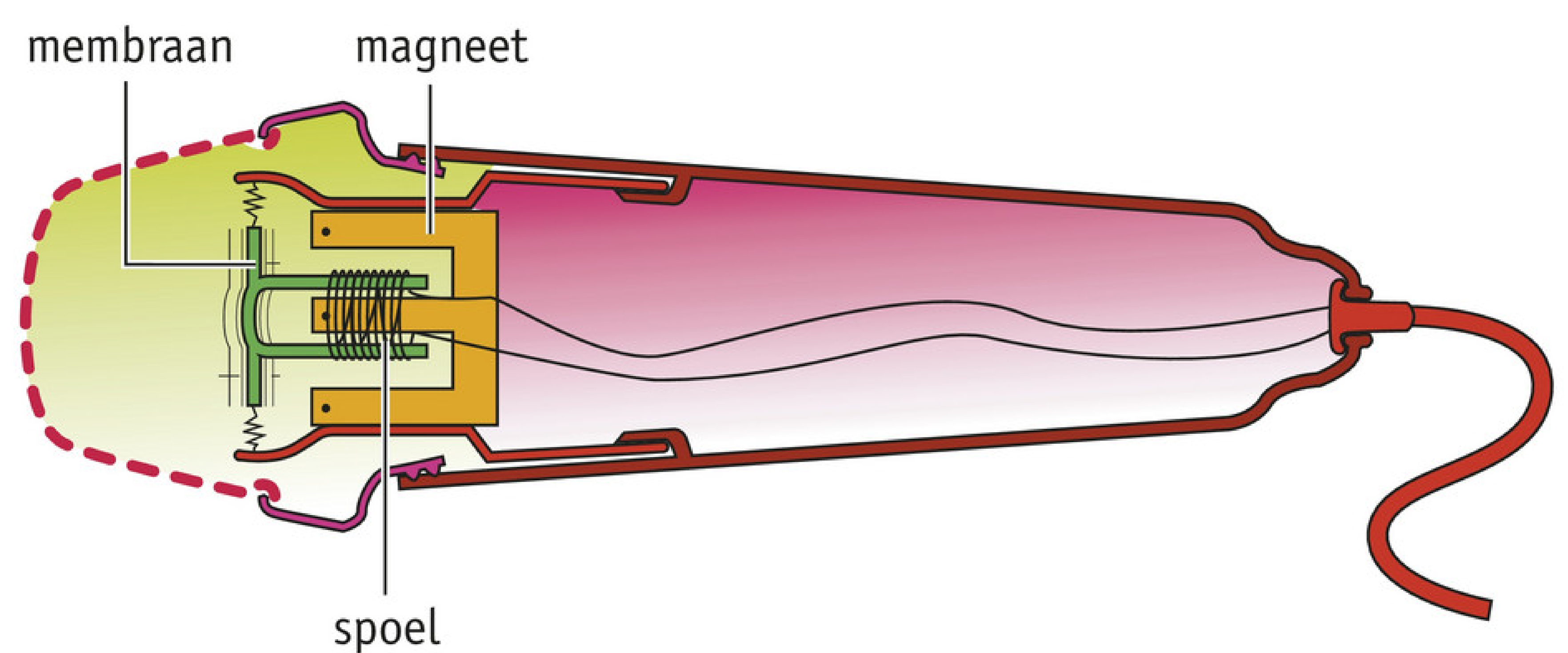
De microfoon

Om geluid op te nemen gebruik je een **microfoon** (afbeelding 35). In afbeelding 36 zie je de belangrijke onderdelen van een microfoon:

- het **membraan**, een dun plaatje dat kan trillen;
- een spoel van gewikkeld koperdraad;
- een permanente magneet.



▲ **afbeelding 35**
Om geluid op te nemen is een microfoon nodig.



▲ **afbeelding 36**
de onderdelen van een microfoon

Geluid is trilling van de lucht. Als de trillingen bij de microfoon komen, gaat het membraan ook trillen. Het membraan zit vast aan de spoel. De spoel gaat dan ook trillen.

In de spoel zit een kern. Die kern is een pool van een permanente magneet. Als de spoel gaat bewegen, wordt een wisselspanning opgewekt. Daardoor gaat door de spoel een wisselstroom lopen. Dit heb je geleerd in hoofdstuk 7.

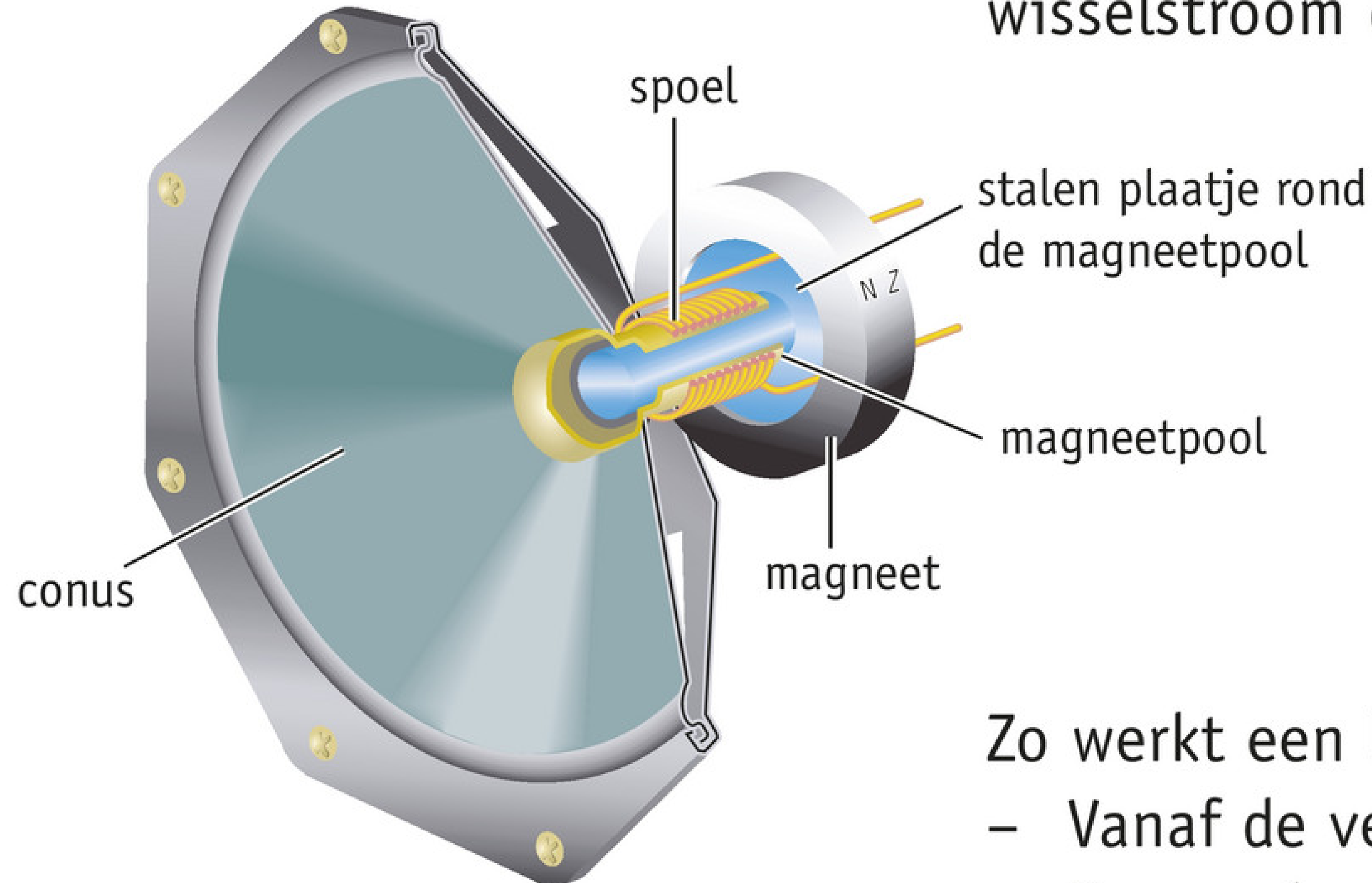
De wisselstroom gaat via een snoer naar een **versterker**. Een versterker maakt de wisselstroom sterker. De versterkte wisselstroom gaat naar een luidspreker. Je hoort de muziek en zang.

Je kunt muziek en zang ook opnemen. De wisselstroom gaat dan niet naar een luidspreker, maar naar een **opname-apparaat**. Daarin wordt het geluid opgeslagen.

De luidspreker

In afbeelding 37 zie je de belangrijke onderdelen van een **luidspreker**. De onderdelen lijken op die van een microfoon. Ook in een luidspreker zitten een permanente magneet en een spoel. Alleen de conus is anders.

Een microfoon zet geluid om in wisselstroom. Een luidspreker zet wisselstroom om in geluid. De werking is dus omgekeerd.



▲ **afbeelding 37**
de onderdelen van een luidspreker

Zo werkt een luidspreker:
- Vanaf de versterker gaat de wisselstroom naar de spoel.
- De spoel wordt daardoor magnetisch. Het magnetisch veld wisselt steeds, omdat de stroom wisselt.
- De spoel en de magneet trekken elkaar aan en stoten elkaar af.
- Tussen de spoel en de magneet zit een stalen plaatje. Dat plaatje gaat trillen.
- De conus zit vast aan het stalen plaatje. De conus gaat ook trillen.
- De lucht rond de conus gaat trillen. Nu hoor je geluid.

Opgaven

71 In een microfoon zit een membraan.
Wat is een membraan?
- ☐ A een dun draadje
- ☐ B een dun plaatje
- ☐ C een onderdeel dat het geluid versterkt
- ☐ D een permanente magneet

72 Waarvoor wordt een microfoon gebruikt?
- ☐ A om geluid op te nemen
- ☐ B om geluid te versterken
- ☐ C om geluid weer te geven
- ☐ D om geluid te veranderen

73 Een microfoon is aangesloten op een versterker. Er gaat een signaal van de microfoon naar de versterker.
Wat voor soort signaal gaat de versterker in?
- ☐ A geluid
- ☐ B gelijkstroom
- ☐ C magnetisme
- ☐ D wisselstroom

74 In de volgende zinnen staat hoe een microfoon werkt.
Vul de goede woorden in.
Kies uit: *kern – lucht – magneet – membraan – microfoon – opname-apparaat – polen – spoel – versterker – wisselstroom*.

Geluid zijn trillingen van de ______________________. Als de trillingen bij de ______________________ komen, gaat het ______________________ ook trillen.
Het membraan zit vast aan de ______________________, die gaat dan ook trillen.
In de spoel zit een ______________________. De kern is een van de ______________________ van een permanente ______________________. Als de spoel gaat bewegen, dan wordt een ______________________ opgewekt. De wisselstroom gaat via een snoer naar een ______________________ of een ______________________.

75 Welk onderdeel van de luidspreker brengt de lucht aan het trillen?
- ☐ A de conus
- ☐ B het membraan
- ☐ C de permanente magneet
- ☐ D de spoel

76 Welk soort signaal krijgt de luidspreker van de versterker?
- ☐ A gelijkstroom
- ☐ B muziek
- ☐ C trillende lucht
- ☐ D wisselstroom

77 Vul de goede woorden in.
Kies uit: *conus – geluid – lucht – magneet – magnetisch – plaatje – spoel – trillen – wisselt – wisselstroom*.

Vanaf de versterker gaat de ____________________ naar de spoel van de luidspreker. De spoel wordt daardoor ____________________. Het magnetisch veld ____________________ steeds. De ____________________ en de ____________________ trekken elkaar aan en stoten elkaar af. Tussen de spoel en de magneet zit een stalen ____________________, dat gaat trillen. De ____________________ zit vast aan het stalen plaatje en gaat ____________________. De ____________________ rond de conus gaat trillen. Nu hoor je ____________________.

Onthouden!

Geluid opnemen doe je met een microfoon.
Het geluid wordt omgezet in wisselstroom.
Een versterker versterkt de wisselstroom.
Een luidspreker zet de wisselstroom om in trillingen.
In een opname-apparaat wordt geluid opgeslagen.

7 Test Jezelf

Waar / niet waar-vragen

	waar	niet waar
1 Geluid ontstaat door trillingen.		
2 Er zijn verschillende geluidsbronnen.		
3 Geluid verplaatst zich alleen door lucht.		
4 De pijngrens van geluid is 40 dB.		
5 Toonhoogte meet je met een decibel-meter.		
6 Bij een gitaar ontstaat het geluid door een trillende snaar.		
7 De gehoordrempel is het zachtste geluid dat je nog kunt horen.		
8 Geluid beneden de pijngrens is altijd ongevaarlijk.		
9 Een audioloog is iemand die muziek maakt.		
10 In een audiogram kun je aflezen of je gehoor is beschadigd.		
11 Geluids-overlast kan komen door verkeerslawaai.		
12 Geluids-overlast kun je bestrijden bij de bron.		
13 Met oorkappen bescherm je je gehoor tegen gehoorschade.		
14 Hinderlijk geluid is schadelijk voor je gehoor.		
15 Een lage toon heeft altijd een kleine amplitude.		
16 Geluiden met een hoge frequentie hebben een hoge toon.		
17 De trillingstijd geeft aan hoelang een geluid duurt.		
18 Een microfoon zet stemgeluid om in gelijkstroom.		
19 Uit een versterker komt een sterker elektrisch signaal dan erin gaat.		
20 Door de spoel van een luidspreker gaat wisselstroom.		

Meerkeuze-vragen

1 Wanneer maakt een geluidsbron geluid?
- ☐ A als de geluidsbron een hoorbare trilling maakt
- ☐ B als het geluid harder is dan 100 dB
- ☐ C als het heel stil is
- ☐ D altijd

2 Waarvoor dient een klankkast bij een gitaar?
- ☐ A om het geluid mooier te maken
- ☐ B om het geluid te versterken
- ☐ C om de gitaar mooier te maken
- ☐ D om de gitaar beter te kunnen vastpakken

3 Welk onderdeel van een luidspreker brengt de lucht aan het trillen?
- ☐ A de conus
- ☐ B de magneet
- ☐ C de spoel
- ☐ D de stalen plaatjes rond de magneet

4 Hoe noem je de geluidsterkte waarbij je het geluid nog net kunt horen?
- ☐ A de pijngrens
- ☐ B de gehoordrempel
- ☐ C het gehoorverlies
- ☐ D het audiogram

5 Door welke geluiden kun je gehoorschade oplopen?
- ☐ A alleen door geluiden boven 140 dB
- ☐ B alleen door geluiden boven 110 dB
- ☐ C door geluiden boven 80 dB
- ☐ D door alle geluiden

6 Waarmee geef je de frequentie aan?
- ☐ A amplitude
- ☐ B decibel
- ☐ C hertz
- ☐ D trilling

7 Welk soort signaal geeft een microfoon door naar de versterker?
- ☐ A gelijkstroom
- ☐ B muziek
- ☐ C trillingen van de lucht
- ☐ D wisselstroom

8 Welk onderdeel van een microfoon gaat het eerst trillen?
- ☐ A de magneet
- ☐ B het membraan
- ☐ C de spoel

9 Waarvan hangt de toonhoogte van een geluid af?
- ☐ A van de amplitude
- ☐ B van de geluidsterkte
- ☐ C van de frequentie
- ☐ D van de tijd

10 Hans en Alexandra hebben een gesprek over geluids-overlast.
Hans zegt: "Van langdurige geluids-overlast kun je ziek worden."
Alexandra zegt: "Veel mensen kunnen niet goed werken bij hinderlijk geluid."
Wie heeft gelijk?
- ☐ A Alleen Hans heeft gelijk.
- ☐ B Alleen Alexandra heeft gelijk.
- ☐ C Beiden hebben gelijk.
- ☐ D Beiden hebben ongelijk.

Open vragen

1 Schrijf vier verschillende geluidsbronnen op.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

2 Schrijf vier voorbeelden van geluids-overlast op.

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

– ______________________________

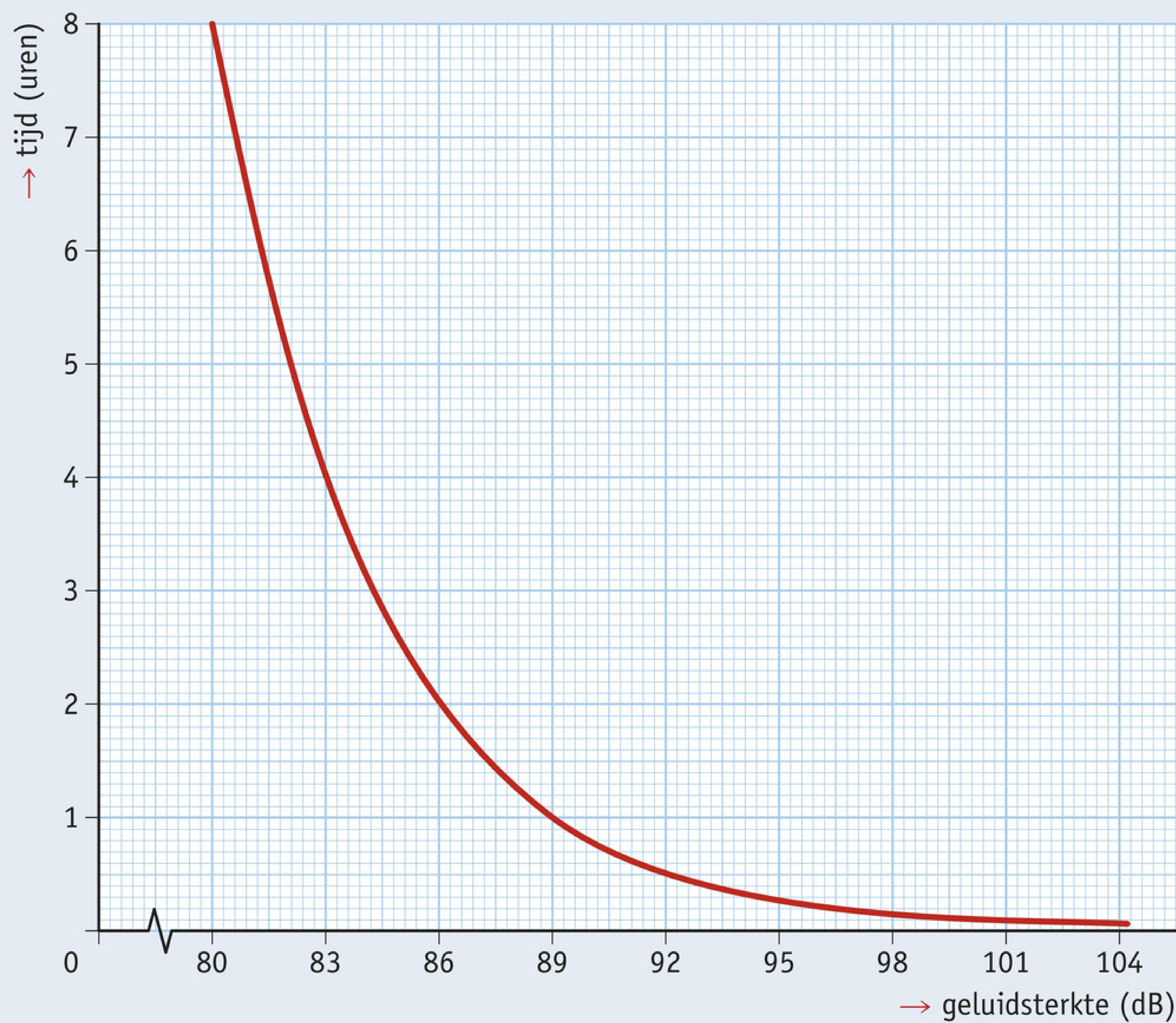
3 Jan werkt in een machine-fabriek. Vaak moet hij met een slijpmachine werken. De slijpmachine maakt geluid van 95 dB.

a Na hoeveel tijd heeft Jan kans op gehoorschade?
Gebruik afbeelding 38 om het antwoord te vinden.

____

b Als het heel druk is, moet Jan soms een uur achter elkaar slijpen.
Wat moet hij doen om geen gehoorschade te krijgen?

____



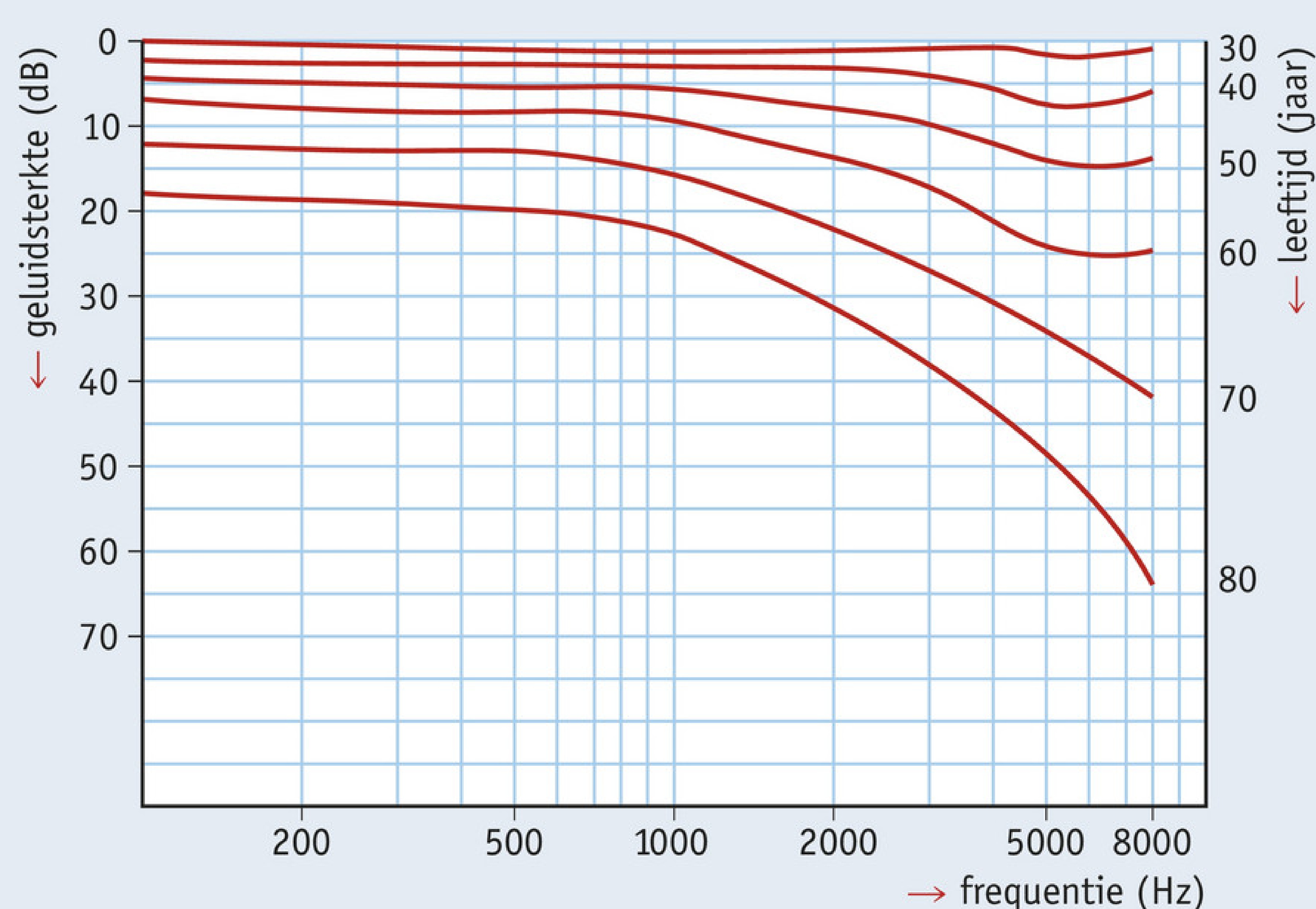
▲ **afbeelding 38**
geluidsterkte en gehoorschade

4 Oudere mensen gaan steeds slechter horen.
In afbeelding 39 zie je het audiogram van mensen van verschillende leeftijden.

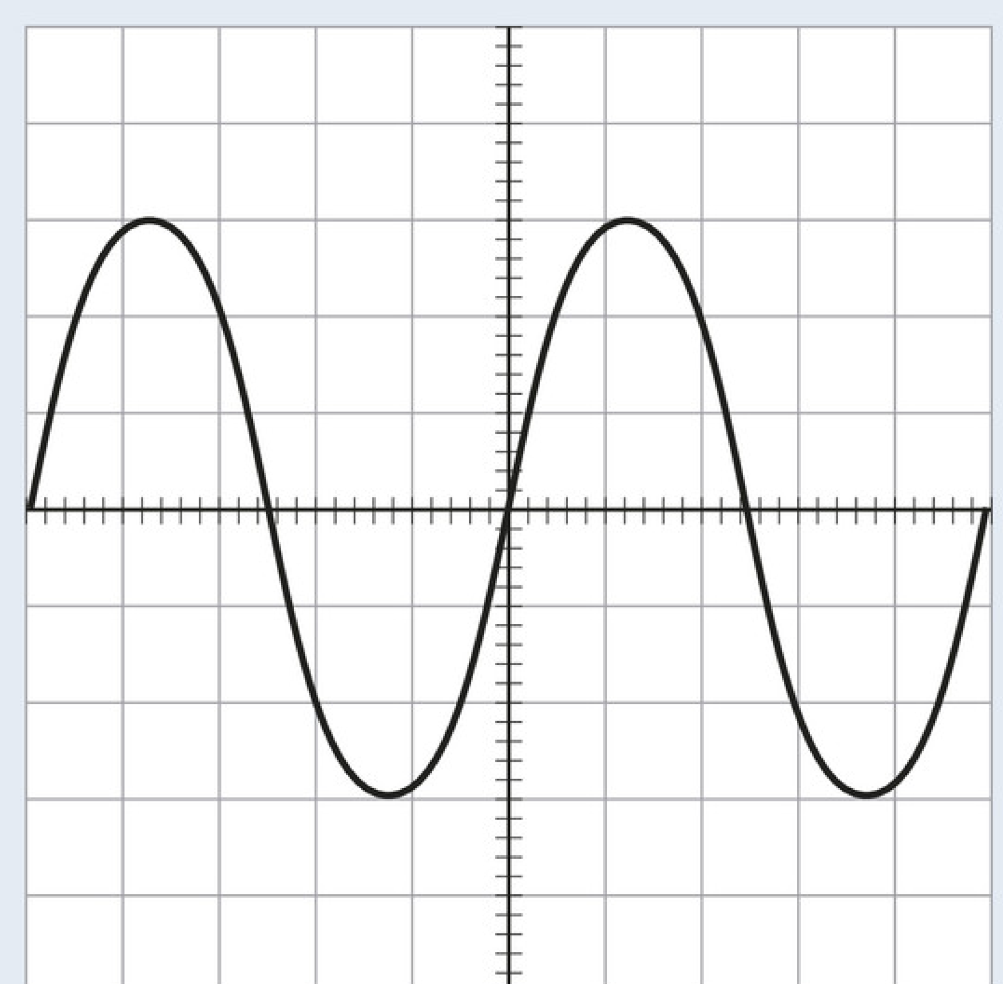
a Hoeveel gehoorverlies heeft iemand van 60 jaar bij een frequentie van 1000 Hz?

---

b Hoeveel gehoorverlies heeft iemand van 70 jaar bij een frequentie van 7000 Hz?



▲ **afbeelding 39**
audiogram bij verschillende leeftijden



▲ **afbeelding 40**
trillingen op een oscilloscoop-scherm

5 In afbeelding 40 zie je het scherm van een oscilloscoop.
Teken in de afbeelding de golflijn als het geluid zachter wordt gezet.

Register

Z

Colofon

Auteurs
J. van Gemert
T. Jacobs
L. Pijnappels

Eindredactie
J. van Gemert
T. Jacobs

Met medewerking van
M. Hordijk

Illustraties
Yde Bouma, Leusden; Marcel Braat/Zanzara Illustrations, Great Yarmouth, UK; Erik Eshuis Infographics, Groningen

Binnenwerk openingsbeelden
www.shutterstock.com

Foto's:
ANP Photo, Rijswijk; 123RF.com; Buddy Mays/Alamy; Corbis; Hollandse Hoogte, Amsterdam; Image Select, Wassenaar; iStockphoto; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam; Nationale Beeldbank, Amsterdam; Pim Rusch Fotografie, Leiden; shutterstock.com; SPL/ANP Photo Rijswijk; Rob de Wind/KINA, Wormerveer; www.wattsup.be

Ontwerp omslag:
Buro De Kuijper in samenwerking met Uitgeverij Malmberg

Foto omslag:
Shutterstock

Beeldresearch:
B en U International Picture Service, Amsterdam

Ontwerp:
Uitgeverij Malmberg, Den Bosch

Opmaak:
Pointer grafische vormgeving, Geldrop

ISBN 978 94 020 5811 6
Vierde editie, vijfde oplage

MALMBERG



- Dit boek is van jou.
- Je mag in dit boek schrijven en aantekeningen maken.
- Je hebt ook toegang tot de online leeromgeving.

AUTEURS:
J. van Gemert
T. Jacobs
L. Pijnappels

EINDREDACTIE:
J. van Gemert
T. Jacobs

MET MEDEWERKING VAN:
M. Hordijk

ISBN 978 94 020 5811 6



589209

MALMBERG